

31-8

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL
DEL CAUCA

CONTAMINACION DE CORRIENTES

HOYA DEL RIO CAUCA

MARZO 1971

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL

DEL CAUCA

*Insumado al
Repeticion
Nov. 28/85.*

CONTAMINACION DE CORRIENTES

HOYA DEL RIO CAUCA

INFORME CVC # 71-8

Cali marzo 30 de 1971

Raúl Arias Uribe.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE
BIBLIOTECA

C O N T E N I D O

| | PAGINA No. |
|---|------------|
| INTRODUCCION | 1 |
| GENERALIDADES | 4 |
| PARAMETROS INVESTIGADOS | 5 |
| PROGRAMA DE TRABAJO | 25 |
| RESULTADOS OBTENIDOS | 28 |
| COMPARACION DE RESULTADOS CON INVESTIGACIONES ANTERIORES | 43 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 126 |
| REGLAMENTO DE VERTIMIENTOS | 128 |
| BIBLIOGRAFIA | 135 |

INTRODUCCION

El Gobierno Nacional, por Decreto 3120 del 26 de Diciembre de 1968, encomendó a la Corporación Autónoma Regional del Cauca, CVC, las funciones de reglamentación, administración, conservación y fomento de los recursos naturales de los territorios que comprenden las hoyas hidrográficas del Alto Cauca, el Alto Anchicayá, el Alto Dagua y el Alto Calima, en los aspectos relativos a pesca, fauna, flora, bosques, suelos, aguas superficiales y subterráneas, parques nacionales, hoyas hidrográficas, reservas naturales, sabanas comunales y praderas naturales.

La Corporación Autónoma Regional del Cauca y el Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad del Valle, conscientes del grave problema causado por la progresiva contaminación de las aguas superficiales en la zona de jurisdicción de la CVC, iniciaron en el mes de Julio de 1969 el programa denominado "Contaminación de Corrientes" cuya finalidad es la de determinar el grado de contaminación en que se encuentran los ríos de la comarca y la fijación de las normas aconsejables para la prevención y control de este fenómeno.

En desarrollo de este programa, la CVC y la Universidad del Valle propiciaron, en el verano de 1969, el estudio del estado de contaminación del río Cauca. Para organizar y dirigir este trabajo fuimos comisionados los autores de este informe: Raúl Arias Uribe, Ingeniero Sanitario, Jefe del Laboratorio de Aguas de la CVC y Leonardo Santamaria L., Químico, Jefe del Laboratorio de Química Sanitaria de la Universidad del Valle.

El estudio se adelantó intensivamente durante los meses de Julio y Agosto

luego se prosiguió a un ritmo menos acelerado durante el resto del año 69 y parte del 70.

Con anterioridad a éste trabajo, la contaminación del río Cauca había sido investigada, por primera vez, en el verano de 1963, por profesores y alumnos de las Universidades de Tulane (U.S.A.) y del Valle (Colombia). Además, la Universidad del Valle había realizado en 1967 otro estudio parcial de la contaminación del río Cauca.

Al presentar los resultados del estudio de 1969 - lo que pretendemos mediante éste informe - haremos alusión a los trabajos de 1963 y de 1967 - con los cuales trataremos de establecer algunas comparaciones.

Las determinaciones físico-químicas para este trabajo fueron practicadas en el laboratorio de Química Sanitaria del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad del Valle; los exámenes bacteriológicos se realizaron en la sección de microbiología del Laboratorio de la Planta de Tratamiento de San Antonio (Empresas Municipales).

Los autores de este trabajo expresan sus agradecimientos al ingeniero Dólmir Gutiérrez, Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad del Valle, al ingeniero Alberto Patiño, Jefe del Departamento de aguas de la C.V.C., y a los ingenieros Luis Eduardo Medina y Helf Nessén, Superintendentes de Producción de las Plantas de Tratamiento de las Empresas Municipales, por su constante interés en la realización de este trabajo y por las facilidades que nos proporcionaron para lograr su verificación.

Igualmente manifestamos nuestro reconocimiento a los estudiantes de Ingeniería Sanitaria Antonio Navarro, Alberto Osorio, y Cesar Uribe, y a los técnicos de laboratorio Diego Mayor y Rafael Rodríguez quienes, bajo

el inmediato control de la laboratorista María del Carmen Zúñiga, Auxiliar del Laboratorio de Química Sanitaria, realizaron las determinaciones físico-químicas de las diferentes muestras.

De la misma manera queremos constatar nuestra gratitud a las bacteriólogas María Victoria Sanclemente y Elizabeth López a cuyo cargo estuvo el desarrollo de las pruebas microbiológicas en el Laboratorio de la Planta de Tratamiento de San Antonio.

No podríamos dejar de mencionar a los señores Pablo Arias y Pedro Arango, empleados de la C.V.C., por la forma cuidadosa y eficaz como participaron en las labores de muestreo.

GENERALIDADES

El Valle del Río Cauca es el territorio plano comprendido entre las cordilleras Occidental y Central, desde la población de Timba hasta la ciudad de Cartago, surcado por un río caudaloso que da nombre a ésta planicie: Cauca.

El Valle del Cauca está localizado a una altitud aproximada de 1.000 metros sobre el nivel del mar; tiene 200 kilómetros de longitud y unos 30 kilómetros de ancho; su temperatura media es de 24 ° C. En términos generales, el clima del Valle del Cauca es agradable y seco. Las estaciones de verano e invierno se alternan con bastante regularidad.

Al sur del valle, en la margen occidental del río Cauca y muy cerca de ésta, reclinada en las últimas estribaciones de la cordillera descansa una de las poblaciones más importantes de Colombia: Santiago de Cali. Centro comercial, deportivo e industrial de primer orden, ha tenido en los últimos años un crecimiento asombroso y es así como actualmente cuenta con cerca de 900.000 habitantes. La proliferación de sus industrias, localizadas principalmente a la orilla del Río Cauca, y el acelerado incremento de su población cuyos desechos se descargan al río mencionado, ha ocasionado una seria contaminación de esa corriente. Mediante este trabajo y los realizados anteriormente se trata de constatar ese hecho para buscar las formas más aconsejables y factibles de evitarlo.

La ciudad se surte, para la producción de agua potable, de las aguas de los ríos Cali y Cauca. Hasta hace relativamente pocos años la ciudad solamente contaba con la planta de tratamiento del río Cali. El crecimiento de la población hizo insuficiente dicha planta y fué así como hubo necesidad de aprovechar las aguas del río Cauca para poder suplir la demanda de la ciudad. Actualmente Cali consume más agua de Cauca que del río Cali y,

en el futuro, la utilización de aquel será cada vez mayor.

La Planta del río Cauca está produciendo 115.000 metros cúbicos por día, con las ampliaciones que se terminaron a mediados del presente año su producción alcanzará la cifra de 216.000 metros cúbicos diarios. Para el año de 1972 las Empresas Municipales piensan construir y poner en funcionamiento una nueva planta que entregará 259.000 metros cúbicos diarios. Se espera que para el año de 1997 se alcance una producción de alrededor de dos millones de metros cúbicos diarios.

Respecto a la planta del río Cali (San Antonio) - que en la fecha trata - 120.000 metros cúbicos diarios - no aumentará su capacidad; por el contrario, debido a que está trabajando con sobrecarga, su producción tratará de rebajarse, aprovechando la ampliación actual de la planta del río Cauca. En el estado de California, E.U.A., las leyes sobre control de las aguas hacen la diferenciación entre contaminación y polución. La contaminación es el daño causado a la calidad del agua por el vertimiento de aguas residuales urbanas o industriales que pueda constituir un peligro potencial a la salud pública.

La polución es la introducción de cualquier cosa en el agua que perjudique su buena utilización aunque no acarree peligro potencial para la salud.

En el caso de la contaminación el organismo de control puede actuar en forma inmediata. Cuando se trata de polución la intervención es más moderada.

Como pruebas de mayor importancia conducentes a la determinación del grado de contaminación del río Cauca fueron escogidos las siguientes;

- | | |
|----------------|--------------------------------------|
| a) Temperatura | e) Oxigeno disuelto |
| b) Sólidos | f) Demanda bioquímica de oxigeno. |
| c) Turbiedad | g) Número mas probable de Coliformes |
| d) p H | |

Nos ha parecido conveniente dar una pequeña explicación acerca de cada una de estas pruebas a la vez que señalar la importancia que ellas poseen en el estudio de la contaminación de las aguas. Eso es, precisamente, lo que contemplamos en seguida.

TEMPERATURA

La temperatura de las aguas superficiales varía según la temperatura exterior. Los cambios pueden resultar de los fenómenos climatéricos naturales o de la introducción de los desechos industriales. Las oscilaciones termométricas del aire son en general mucho mayores que las de las aguas, siendo ello debido al menor calor específico de éstas. La temperatura del aire se acerca a la del agua y hasta se hace menor que la de ésta durante la noche, en cambio, en el transcurso del día, la temperatura del aire se eleva apreciablemente sobre la del agua.

La temperatura normal de las aguas residuales es ligeramente superior a la del abastecimiento, como consecuencia del calor agregado durante la utilización de las mismas.

La temperatura es un factor de gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el seno del agua. Cuando la temperatura sube se operan los siguientes fenómenos muy importantes: a) La solubilidad de los gases - entre los cuales es fundamental el oxígeno - disminuye; b) la descomposición (putrefacción) de la materia orgánica se acelera y, en consecuencia, aumenta la demanda del oxígeno; c) los procesos vitales - metabolismo, respiración - de los organismos acuáticos y especialmente de los peces, se sobreactivan lo cual conduce a un mayor consumo de oxígeno. El incremento de la temperatura - que, como acaba de verse, coincide

con un mayor consumo de oxígeno pero, paralelamente, con una menor solubilidad del mismo - puede inducir a un empobrecimiento de las corrientes - en cuanto a su contenido de oxígeno disuelto. Cuando este descenso se coloca por debajo de los 4mg/l, la vida de los peces comienza a resentirse. Además, hay una temperatura máxima que cada especie de pez puede tolerar. Por lo que se refiere a las sales, en general la solubilidad aumenta con la temperatura. La eficacia en el tratamiento de purificación del agua es superior en el agua caliente que en el agua fría, lo mismo que la cloración. La toxicidad, en general, de las sustancias se intensifica con el incremento de temperatura.

En relación con el agua para la bebida, la temperatura deseable para su ingestión es de 10° a 14° C. Las aguas con temperaturas por encima de 15°C, son, por lo común, no apetecibles.

LOS SOLIDOS O RESIDUOS DE LAS AGUAS

Todas las aguas que discurren por la superficie de la tierra ejercen, sobre los productos que encuentran a su paso, una acción de transporte, la cual se realiza de tres maneras: arrastre, suspensión y disolución. Las dos primeras son realizadas sobre las partículas insolubles y la tercera se realiza sobre las sustancias capaces de disolverse. La suspensión se ve favorecida por las irregularidades del fondo, pues éstas provocan turbulencias que mantiene a las partículas en suspensión. El aumento de la velocidad de una corriente puede cambiar el transporte por arrastre al transporte por suspensión o viceversa si la velocidad de la corriente, disminuye.

La velocidad de la corriente así como el tamaño y la densidad de las partículas, en suspensión influyen en la sedimentación esta clase de partí-

culas cuya aglomeración en el fondo de los cauces constituye el sedimento.

Las aguas de algunos ríos llevan a veces grandes cantidades de materiales en suspensión como consecuencia de la erosión de sus flancos o del aporte de material producido por las aguas lluvias. La remoción de las arenas y arcillas de sus barrancas es a veces muy grande. Este fenómeno enturbia considerablemente el agua, frena el desarrollo de las algas - por impedir la penetración de la luz - y perjudica la riqueza ictiológica.

La materia en suspensión de un río depende de la estructura geológica de su cuenca y de la de sus afluentes, de la pluviometría de la zona, de la estación seca o lluviosa, de la vegetación y de otros factores. Un río que se inicia en una corriente clara puede, a través de su curso, cargarse de materiales en suspensión.

La cantidad de materia en suspensión en una corriente tiene una correlación positiva con el caudal del río, aumentando en general a medida que aumenta aquel.

La cantidad y naturaleza de la materia disuelta y en suspensión que se encuentra en las aguas naturales varía grandemente. En las aguas potables, la mayoría - casi la totalidad de la materia está en forma disuelta y consiste principalmente en sales inorgánicas, pequeñas cantidades de materia orgánica y gases disueltos. En las aguas superficiales no potables, los sólidos en suspensión aumentan, en general, con el grado de polución.

Estrictamente hablando, todo lo contenido en las aguas naturales, excepto las moléculas de agua, se clasifica como materia sólida. La definición usual de "sólidos totales" o "residuo total", sin embargo, se refiere a la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secamiento entre 103 y 105° C. Todos los materiales que ejercen presión de vapor significativa a tal temperatura son, por supuesto, perdidos

durante los procesos de evaporación y secamiento. El residuo estará representado solamente por aquellos materiales presentes en la muestra que tienen una presión de vapor despreciable a 105°C.

De conformidad con lo que se acaba de indicar, los "sólidos totales" o "residuo total" incluyen los "sólidos suspendidos" o "residuo no filtrable", esto es, la porción del residuo total que es retenida por un filtro, más los "sólidos disueltos" o "residuo filtrable", es decir, la porción del residuo total que pasa a través del filtro.

Debe tenerse presente que el material sólido remanente de la evaporación a sequedad no coincide plenamente con el material que estaba originalmente presente en la muestra. Los gases disueltos- que pueden tener una importante significación en el carácter del agua original desaparecen. En el proceso de secamiento, los bicarbonatos se convierten en carbonatos con pérdida de dióxido de carbono y agua, y así se pierde algo del material químicamente activo que está inicialmente presente en el agua. Algunas de las sales depositadas, especialmente las amoniacaes, pueden volatilizarse a la temperatura de secamiento. Ciertas aguas pueden depositar sólidos que contienen agua de cristalización que no se pierde al secar el residuo. Este efecto es más pronunciado en aguas altamente mineralizadas y especialmente en aquellas en que se deposita yeso cristalizado, y así se puede agregar al residuo algo que, químicamente hablando, no se hallaba en la solución acuosa. En resumidas cuentas, pues, el residuo y especialmente el disuelto no constituyen propiamente una medida de peso total de los materiales tal como se encontraban en solución.

La determinación de los sólidos disueltos se usa a menudo para proporcionar una confrontación aproximada de la perfección de un análisis cuando se compara con la "suma de los sólidos disueltos" computada ésta de los resultados

obtenidos separadamente para los diferentes cationes y aniones de la misma muestra. Desde luego, debido a las limitaciones en la determinación de los sólidos disueltos, esta confrontación no puede ser sino aproximada.

Uno de los principales objetivos en las determinaciones de los sólidos en las aguas poluidas es la obtención de una medida de la materia orgánica presente. Si cualquiera de los residuos de que ya se ha hablado- totales, disueltos y suspendidos- se somete, en el mismo recipiente en que han sido obtenidos, a un calentamiento en una mufla, a 600°C, durante una hora, la materia orgánica se quema y desaparece, mientras que la materia mineral permanece. La pérdida por la combustión así operada se computa como "sólidos volátiles" o "residuo volátil", mientras que el material incombustible y termoestable remanente se llama "sólidos fijos" o "residuo fijo". La pérdida de peso en esta prueba se interpreta, por lo tanto, como materia orgánica. La temperatura recomendada es la de 600°C porque es la más baja en la cual los productos orgánicos, especialmente el residuo carbonoso resultante de la pirólisis de los carbohidratos y de otros productos orgánicos, se oxida a razonable velocidad mientras que, en tales condiciones, la mayoría de las sustancias inorgánicas no se descomponen ni se volatiza.

La determinación de los sólidos suspendidos volátiles es extremadamente valiosa en el examen de las aguas poluidas. Es uno de los parámetros más importantes usados en la evaluación de los desechos domésticos. En estos casos, la mencionada medida se considera tan significativa como la demanda bioquímica de oxígeno.

TURBIEDAD

La turbiedad de las aguas es su propiedad de absorber o dispersar la luz disminuyendo así la claridad o diafanidad del líquido. Es ocasionada por las partículas en suspensión así como por aquellas que se encuentran en dispersión coloidal, las cuales dificultan el paso de la luz a través del líquido o restringen la visión de profundidad. La turbiedad del agua es, pues, una consecuencia de los sólidos en suspensión que posee. Sin embargo, no hay una relación directa entre la cantidad de sólidos suspendidos de una muestra y su turbiedad ya que ésta depende en mayor grado del tamaño y carácter de las partículas suspendidas. A propósito, la relación del contenido de sólidos suspendidos a la turbiedad, llamada "coeficiente de finura", es una medida del tamaño de las partículas que causan la turbiedad; el tamaño aumenta con el incremento de magnitud del coeficiente.

La turbiedad deteriora la apariencia del agua y la hace repulsiva a la vista, disminuye su filtrabilidad y dificulta su desinfección por agentes químicos. De aquí la necesidad de clarificar el agua que ha de darse al consumo público. La causa principal de la turbiedad en algunos ríos es la erosión de sus riberas y lechos lo cual va cargando el agua de arcilla y de arena fina además de otros productos minerales y orgánicos insolubles contenidos en las orillas y en el cauce de tales corrientes.

Las aguas residuales crudas, domésticas e industriales, que se descargan en las corrientes contribuyen, por lo general, con sus sólidos en suspensión, al aumento de la turbiedad de las aguas.

La turbiedad de las aguas se mide por la concentración de sílice fina que produce un efecto equivalente. La unidad estándar de turbiedad es igual a 1 mg/l de sílice. Por consiguiente, una muestra de agua posee

N unidades de turbiedad cuando ésta, en aquella, es igual a la que tiene 1 litro de agua destilada en la cual se hallan suspendidos N miligramos de sílice pura, finamente pulverizada y de tamaño determinado.

Concentración de Hidrogeniones (pH)

El pH es un sistema, usado universalmente, de expresar la concentración de hidrogeniones e, indirectamente, la de los hidroxiliones.

El pH solamente mide la acidez actual, real o manifiesta de la muestra esto es, la ocasionada por la concentración de los iones hidrógeno presentes en el agua en el momento de la determinación. Como el pH nada nos dice respecto al hidrógeno potencialmente ácido pero aún no ionizado, esta manera de medición de la acidez no valora la acidez total ni, indirectamente, desde luego, la alcalinidad total.

El valor del pH de las aguas naturales no poluidas representa el balance total de una serie de equilibrios existentes en ella, principalmente del correspondiente al sistema amortiguador que forman el dióxido de carbono disuelto en el agua y el ión bicarbonato presente de la misma.

El dióxido de carbono es un componente normal de todas las aguas naturales. Puede entrar en las aguas superficiales mediante absorción del atmosférico, pero solo cuando la presión parcial del dióxido de carbono en el agua, de acuerdo con la ley de Henry, es menor que la presión parcial del dióxido de carbono de la atmósfera. Las aguas superficiales pueden adquirir gas carbónico al mezclarse con aguas de infiltración que se han cargado de dicho gas al atravesar suelos agrícolas en los cuales la producción del gas por la respiración de las bacterias edáficas, muy abundantes en tales terrenos, es muy considerable. Puede así mismo producirse el dióxido de carbono en las aguas mediante la oxidación biológica de la materia orgánica, particularmente en las poluidas, y por

la respiración de los organismos acuáticos. Así las cosas, si la actividad fotosintética es limitada, la presión parcial del dióxido de carbono en el agua puede exceder la del atmosférico. En estas condiciones, el dióxido de carbono tratará de escapar del líquido ya que la cantidad que puede existir en equilibrio es muy pequeña debido a la baja presión parcial del dióxido de carbono de la atmósfera.

Como uno de los factores que, por lo general, determinan el pH de las aguas superficiales no poluidas es su concentración en gas carbónico, debe evitarse que la muestra pierda o adquiera este gas al recolectarla para el análisis. Por ésta razón la determinación del pH se realiza más ventajosamente en el sitio de recolección para evitar la exposición al aire de la muestra. Por el mismo motivo e igualmente por las reacciones químicas que pueden verificarse en el seno de la muestra recolectada, las cuales modifican el pH la determinación de éste debe hacerse inmediatamente después de recogida la muestra. En las aguas superficiales, la cantidad de agua es ordinariamente tan grande en comparación con el material en solución que el pH no es muy afectado por la solución de todos los iones disponibles. Es así como la mayor parte de las aguas superficiales tienen un pH que oscila alrededor del que tiene el agua pura: 7,0.

Las aguas naturales con valores de pH inferiores a 4,5 suelen tener ácidos minerales libres añadidos por las emanaciones volcánicas o desechos industriales, o pueden contener sales que al hidrolizarse producen reacción ácida. Las sales férricas y aluminicas, por ejemplo, son propensas a este fenómeno. Algunas que contienen materia orgánica - aguas contaminadas - pueden tener más bien valores bajos de pH debido a la presencia de ácidos orgánicos.

Oxígeno Disuelto (O.D.)

Al verter aguas residuales en una corriente superficial se disminuye el contenido de oxígeno disuelto de ésta última causa de la materia orgánica.

El oxígeno del agua proviene principalmente del aire y de la fotosíntesis de las plantas acuáticas.

Las aguas superficiales de calidad satisfactoria deben estar saturadas de O.D.

El valor de saturación del oxígeno depende principalmente de la temperatura del agua y de la presión parcial del oxígeno.

La concentración de O.D. en el agua es un índice significativo de su calidad sanitaria.

Para conservar la vida de los peces es necesario mantener un nivel de O.D. por encima de 4 mgr/l, en términos generales.

En el cuadro No 1 presentamos una comparación entre 4 conjuntos de normas recomendadas por distintas autoridades para establecer la calidad de las corrientes.

"Para prosperar en aguas de temperaturas normales, la mayor parte de los peces comestibles requieren por lo menos 4 mgr, y la trucha al menos 1 mgr de O.D. por litro. A medida que las temperaturas suben, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) aumenta, los valores de saturación del O.D. declinan, y la tasa de respiración del pez y su umbral de asfixia suben. Para un aumento de temperatura de 10°C., por ejemplo, el consumo de oxígeno de la carpa dorada aumenta más de tres veces y el umbral de asfixia de la trucha se duplica. En ausencia de O.D. adecuado, además, el pez se hace más susceptible a los venenos metálicos y a otros riesgos"

Tomado de FAIR, GEYER AND OKUN: "WATER AND WASTEWATER ENGINEERING" Vol. 2 Pag 19-25 JOHN Wiley AND SONS, INC. Ed. 1968.

"Los hallazgos en los estudios de Lytle Creek (cerca de Cincinnati) indican que para una adecuada población de peces en aguas no frías, el OD no debe estar por debajo de 5mg/l durante más de 8 horas en cualquier período de

24 horas, y en ningún momento debe ser inferior a 3 mg/l. Para el mantenimiento de la población de peces ordinarios, el O.D. no ha de estar por debajo de 5 mg/l durante más de 8 horas en cualquier período de 24 horas, y en ningún momento debe ser inferior a 2 mgr/l".

Tomado de Thomas R. Camp: "Water and its impurities" pag 119. Reinhold Publishing Corp. Ed 1964.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno, DBO, es la cantidad de oxígeno, en mg/l, necesaria para descomponer (oxidar), en condiciones aeróbicas, la materia orgánica biodegradable, por acción de los microorganismos de las aguas. Se entiende por la materia biodegradable aquella que, precisamente, puede ser descompuesta u oxidada por los microorganismos. No todas las materias orgánicas poseen esta característica pues las hay muy resistentes a la degradación biológica.

Esta prueba es la más importante de cuantas se emplean para determinar la polución de las aguas ocasionada por compuestos orgánicos putrescibles. Es un ensayo que reduce a números un fenómeno natural muy sencillo en apariencia, pero en realidad muy complejo.

La DBO es, en esencia, una prueba biológica que incluye la medición del oxígeno consumido por los microorganismos vivos (principalmente bacterias) durante la utilización de la materia orgánica presente y en condiciones tan similares como sea posible a aquellas que ocurren en la naturaleza para propiciar así un ambiente lo más favorable que se pueda al desarrollo de los microorganismos. Teóricamente, se requiere un tiempo infinito para la oxidación biológica completa de la materia orgánica pero, para todos los propósitos, prácticos, la reacción puede considerarse terminada en 20 días. Sin embargo, un período de 20 días es demasiado largo para esperar los resultados en la mayoría de

CUADRO No 1

(COMPARACION ENTRE CUATRO CONJUNTOS DE NORMAS 1 RECOMENDADOS PARA ESTABLECER LA CALIDAD DE LAS CORRIENTES

| Calidad de la corriente y usos a que se destina | Autoridad 2 | Oxigeno disuelto mg/l | | D.B.O. de 5 dias mg/l | |
|--|--------------|-----------------------------|----------|--------------------------|--------|
| | | Promedio | Min. | Promedio | Máx. |
| Excelente:Recreación (baño); abastecimiento de agua (clo ración) | Ohio R.Bas | - | - | - | - |
| | T.V.A. | 7,0 | - | 1,0 | 2,0 |
| | W.Va. | 7,5 | 6,5 | 1,0 | 7,5 |
| | Pot. R. Bas | 7,5 | 6,5 | - | - |
| Aconsejable: : Recreacion (baño y vida piscícola) | Ohio R. Bas | 6,5 | 5,0 | 3,0 | - |
| | T.V.A | 7,0 | 5,5 | 1,5 | 3,0 |
| | W.Va. | 6,0 | 5,0 | 2,5 | 3,5 |
| | Pot. R. Bas. | 6,5 | 5,0 | 1,5 | 3,0 |
| Aconsejable: Abastecimiento de agua (filtración). | Ohio R. Bas | 6,0 | 5,0 | 3,0 | - |
| | T.V.A. | 6,5 | 5,0 | 2,0 | 4,0 |
| | W.Va. | 6,0 | 5,0 | 2,5 | 3,5 |
| | Pot R. Bas. | 6,5 | 5,0 | 2,0 | 4,0 |
| Dudosa: Recreación, vida piscícola - Abastecimiento de agua- Tratamiento auxiliar. | Ohio R. Bas | 5,0 | 3,0 | 5,0 | - |
| | T.V.A. | 5,5 | 4,0 | 4,0 | 6,0 |
| | W.Va. | 4,0 | 3,0 | 6,0 | 7,0 |
| | Pot R.Bas. | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 5,0 |
| | | menos de | menos de | más de | más de |
| Inadecuada: Abastecimiento de agua; recreación vida piscícola. | Ohio R.Bas | 5,0 | 3,0 | 5,0 | - |
| | T.V.A | 5,5 | 4,0 | 4,0 | 6,0 |
| | W. Va. | 3,0 | 2,0 | 6,0 | 10,0 |
| | Pot. R. Bas. | 4,0 | 3,0 | - | - |

1- H.W Streeter, Standards of Stream Sanitation. Sewage Works J., Vol. 21, Nu. 1, enero 1. 1949

2- Ohio R. Bas: River Basin; T.V.A. : Tennessee Valley Authority; W. Va: West Virginia Water Commission; Pot. R. Bas. Potomac River Basin Commission.

los casos. Se ha hallado experimentalmente que un gran porcentaje de la DBO se ejerce en cinco días; en consecuencia, la prueba ha sido establecida sobre la base de un período de incubación de cinco días. Debe tenerse en cuenta, por lo tanto, que los valores de la DBO en cinco días (DBO₅) representan solamente una porción de la DBO total. El porcentaje exacto depende de la clase de microorganismos y de la naturaleza de la materia orgánica, lo cual puede determinarse solamente por experimentación. En el caso de la polución por aguas residuales domésticas y por gran parte de las industriales, se ha encontrado que el valor de la DBO en los cinco días representa del 70 al 80% de la DBO total. Este es un porcentaje lo suficientemente grande del total como para que los valores a los cinco días sean usados para muchos propósitos.

La prueba se efectúa determinando el contenido de oxígeno de una muestra dada y el oxígeno remanente después de cinco días, de otra muestra semejante, conservada durante este tiempo en un frasco cerrado fuera de contacto del aire a 20° C. La diferencia entre los dos contenidos representa la DBO₅. En la práctica, las aguas muy poluidas necesitan en los cinco días cantidades de oxígeno mucho mayores que la que contiene la muestra, por lo que, para que la determinación pueda realizarse, hace falta diluir la muestra con una cantidad de agua saturada de oxígeno, a fin de que quede en la muestra algo de oxígeno después de cinco días (método de dilución). La determinación se hace midiendo ambos oxígenos disueltos inmediatamente antes y después del período de cinco días de incubación.

La "Royal Commission of Sewage Disposal" presentó en 1898 una clasificación de las aguas de acuerdo a la DBO, la cual anotamos a continuación

| | | | |
|------------------------|---|-----------------|---|
| Agua muy limpia | 1 | no es de D.B.O. | 5 |
| Agua limpia..... | 2 | " | " |
| Agua poco poluida..... | 3 | " | " |
| Agua dudosa..... | 4 | " | " |
| Agua Mala..... | 5 | " | " |

NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES

Se sabe desde hace mucho tiempo que el agua puede servir de vehículo para la transmisión de algunas enfermedades. Aunque los microorganismos patógenos no logran crecer en aguas relativamente puras, pueden, sin embargo, sobrevivir por varios días en ellas. Las células vegetativas mueren más rápidamente, pero los esporos y quistes persisten por largo período de tiempo.

Las enfermedades más importantes propagadas por el agua son la disentería, el cólera, la fiebre tifoidea, la amebiasis y la hepatitis infecciosa. Las heces y la orina, descargadas por personas que sufren de esta dolencia, o por portadores, constituyen la fuente de contaminación. Las enfermedades mencionadas tienen por agentes, respectivamente, la *Shigella dysenteriae*, el *Vibrio comma*, la *Salmonella typhosa*, la *Amoeba histolytica* y el virus de la hepatitis

Los tres primeros de los gérmenes indicados son bacterias, la amoebea un protozoo y el último un virus.

El número real de organismos patógenos en un suministro de agua contaminada es usualmente pequeño y el agua es solamente un hábitat temporal, sirviendo únicamente como medio de transferencia de las personas infectadas o portadoras a las otras de la comunidad.

Para controlar la diseminación de las bacterias patógenas en el agua, los microbiólogos sanitarios deben averiguar, desde luego, si tales organismos están presentes. Infortunadamente los procedimientos analíticos para las bacterias patógenas son complicados y poco satisfactorios. Por la mayor dificultad que implica la determinación de las bacterias patógenas, éstas no son investigadas por las técnicas bacteriológicas comunes. En lugar de tratar de descubrir los patógenos específicos, los microbiólogos sanitarios buscan un grupo de bacterias no patógenas, presentes siempre en las materias fecales del hombre y de los animales de sangre caliente, cuya presencia indica contaminación fecal:

las bacterias coliformes o colibacilos, así llamados por vivir en el intestino de sus huéspedes y, especialmente, en el colon. Siempre que se encuentren en el agua bacterias patógenas de origen intestinal, habrá también en ellas colibacilos y estos en un número mucho mayor que aquéllos ya que cada persona elimina normalmente entre 10^{11} y 10^{13} (cien mil millones y diez billones) de colibacilos diariamente, en las heces.

Las probabilidades de que haya microorganismos intestinales patógenos aumentan naturalmente con el grado de contaminación expresado por el número de colibacilos presentes y con la prevalencia de las enfermedades transmitidas por el agua en la población que contamina las captaciones.

Estudios practicados indican que la proporción entre el número de bacterias coliformes y el de Salmonella typhosa, por ejemplo, permanece aproximadamente constante a) Cuando las aguas residuales contaminadas son sometidas a tratamiento, b) cuando en la corriente se produce la depuración natural y c) cuando se trata el agua contaminada. Los valores de la proporción dependen, como es natural, de la preponderancia de la fiebre tifoidea en la población de la cual proceden las aguas residuales. El cuadro siguiente es una demostración de lo que se acaba de indicar.

COMPARACION ENTRE LA INCIDENCIA DE LA FIEBRE TIFOIDEA
EN UNA CUENCA COLECTORA Y LA PROPORCION DE SALMONELLA
TYPHOSA EN ESCHERICHIA COLI EN EL AGUA CONTAMINADA

| Número anual de casos de fiebre tifoidea por 100,000 habitantes | Número de Salmonella typhosa por millón de Escherichia coli |
|---|---|
| 1 | 3 |
| 5 | 6 |
| 10 | 9 |
| 50 | 19 |
| 100 | 29 |

Los métodos comunmente empleados para el examen bacteriológico no buscan la identificación, aislamiento y enumeración de las bacterias patógenas que contengan las aguas sino que tiene como único propósito el conocimiento del grado de contaminación de las aguas con desechos de origen humano o animal.

Con base en el hallazgo o ausencia de bacterias coliformes se sabe si el agua ha sido contaminada con aguas negras u otros desechos, y si un abastecimiento particular de agua es adecuado para usos domésticos y dietéticos.

Las bacterias coliformes son miembros de la familia de las Enterobacteriaceas (bacterias que viven en el tracto digestivo) y que incluyen los géneros Escherichia y Aerobacter. Se creyó inicialmente que los coliformes eran de origen completamente fecal, pero se ha demostrado que los Aerobacter y algunas especies de Escherichia crecen en los suelos. De esto se infiere que la presencia de coliformes en las aguas no siempre significa contaminación fecal. Hasta donde han avanzado las investigaciones, Escherichia coli es exclusivamente de procedencia fecal. No se ha intentado establecer métodos normales para la diferenciación de las bacterias coliformes indicadoras de contaminación fecal, en oposición a las bacterias coliformes indicadoras de contaminación no fecal. Tal diferenciación sería de escaso

valor para determinar la adaptabilidad de un agua para el consumo humano, pues la contaminación con cualquier tipo de desecho indica que, potencialmente, esa agua no es satisfactoria ni de calidad sanitaria segura. En otros términos, el control sanitario se basa en la presencia o ausencia de cualquier clase de coliformes, fecales o del suelo.

La experiencia ha comprobado que las aguas en que el número de los microorganismos coliformes es inferior a ciertas series de valores, no contienen bacterias patógenas. Por otra parte, las probabilidades de que haya microorganismos intestinales patógenos aumentan naturalmente con el grado de contaminación expresado por el número de colibacilos presentes y con la prevalencia de las enfermedades transmitidas por el agua en la población que contamina las captaciones.

Los colibacilos fueron escogidos como organismos indicadores de contaminación fecal debido también a la facilidad con la cual éstas bacterias podían ser descubiertas con base en una de sus propiedades. Se encontró, en efecto, que los coliformes eran unas de las pocas bacterias que podían fermentar el disacárido lactosa (azúcar de leche) con producción de gases. Es posible, por lo tanto, descubrir los coliformes en una muestra de agua añadiendo ésta a un tubo con caldo lactosado que contiene a su vez un tubo menor invertido el cual retiene parte de los gases que se forma y permite así visualizarlos.

Se incubaba la mezcla a 35° C por un periodo de tiempo que oscila entre 24 y 48 horas. A medida que los coliformes metabolizan la lactosa en condiciones anaeróbicas se producen gases- gas carbonico e hidrógeno- que son parcialmente atrapados en el tubito invertido lo cual evidencia, como ya se anotó, la fermentación de la lactosa y, con ello, la presencia de los coliformes. La no formación de gas indica ausencia de coliformes (prueba negativa).

Si las bacterias coliformes fueran las únicas capaces de formar gas en el caldo lactosado, la prueba positiva sería definitiva pero, infortunadamente, otras bacterias también forman gas en el caldo lactosado.

Estos ~~productores~~ de gas no coliformes incluyen esporógenos aeróbicos- los colibacilos: son aerobios o anaerobios facultativos, no esporógenos- así como otros que lo hacen por acción sinérgica entre dos o más especies. La posible presencia de éstas especies gasógenas pero no coliformes convierte la prueba de la fermentación del caldo lactosado en prueba presuntiva para los coliformes más bien que en prueba absoluta o definitiva. Los organismos que dan la prueba presuntiva positiva deben ser confirmados como coliformes. Uno de los medios de que se dispone para ésta confirmación es el caldo lactosado con bilis y verde brillante (BVB), en donde el colorante (verde brillante) obra como inhibidor del crecimiento bacteriano, y la bilis como un depresor de la tensión superficial. El medio básico está constituido por el caldo lactosado que lleva en su seno el respectivo tubito de fermentación, invertido, para descubrir la producción de gas. Una pequeña muestra del caldo lactosado del tubo positivo de la prueba presuntiva se transfiere al tubo con bilis y verde brillante. La alta densidad de población del inóculo permite que los coliformes crezcan a pesar del colorante inhibidor. Las otras bacterias son incapaces de crecer tan rápidamente como es lo normal debido a la presencia del verde brillante, y no alcanzan a producir gas en las 24 horas de incubación. Los esporógenos aeróbicos no pueden crecer debido a la tensión superficial disminuida, lo cual impide la obtención del suficiente oxígeno para su crecimiento.

De la misma manera que es importante determinar la presencia de las bacterias coliformes, es esencial averiguar cuántos coliformes hay en una muestra de agua para evaluar la magnitud de la contaminación. Para proporcionar una estimación cuantitativa del fenómeno se ha desarrollado la prueba del "numero mas probable de coliformes", NMP.

El NMP es un recuento estadístico basado en el número más probable de bacterias que crecen en varios tubos de una serie de diluciones consecutivas.

En el examen de las aguas de calidad no potable, como las del río Cauca, se inoculan series múltiples de tubos de fermentación con el caldo lactosado que contienen cantidades diez veces más pequeñas cada una en relación con la inmediatamente anterior. La selección de los volúmenes de las porciones se relaciona con la densidad probable del grupo coliforme en la muestra y depende, por ello, de la experiencia o conocimiento del bacteriólogo acerca del agua en el estudio. Para el caso concreto de las aguas del río Cauca se hicieron siembras de 10ml; 1ml; 0,1ml; 0,01 ml; 0,001 ml, y 0,0001 ml de la muestra en caldo lactosado.

El número de casos positivos de coliformes provenientes de las siembras múltiples se computan y se registran en términos del número más probable de coliformes en 100 ml de la muestra.

Existen tablas que, con base en formulas matemáticas, presentan los valores del NMP que corresponda las variedades de series usadas y al número de resultados positivos. La exactitud de una prueba aislada depende del número de tubos que se empleen; y se tienen los datos más satisfactorios cuando, en la porción más grande que se examine, se tiene gas en algunos o en todos los tubos y cuando, en la menor porción que se analice, no hay gas en ningún tubo, o lo hay en muy pocos tubos.

Debe quedar bien claro que el NMP es el número de bacterias coliformes que tiene mayor probabilidad, sobre cualquier otro número, de concordar con los resultados obtenidos en el laboratorio. No es la enumeración real de las bacterias coliformes en un volumen determinado de muestra,; pero aún así, es una indicación muy importante para juzgar la calidad higiénica de las aguas y efectividad de los procedimientos de potabilización de las mismas.

El NMP ha sido usado por muchos años. Aunque el método no sea preciso, da resultados que son satisfactorios para el control sanitario apropiado. A pesar de su falta de exactitud no ha sido desplazado por otros métodos que se han propuesto para el análisis de coliformes y sigue teniendo, en consecuencia un valor definido en Microbiología Sanitaria.

PROGRAMA DE TRABAJO

Como base del estudio se tomó al río Cauca, el cual, a lo largo de su trayecto en el Valle del Cauca, permite dividirlo en dos zonas con características diferentes. El punto de partida para esas zonas es la desembocadura en él del Canal Interceptor de Navarro.

Aguas arriba del punto mencionado, el Río Cauca presenta condiciones físico-químicas normales, esto es sanitariamente aceptable, mientras que en la segunda parte, el río recibe las aguas negras de la ciudad de Cali y los residuos industriales del sector Acopi-Yumbo, lo cual modifica en forma seria y desfavorable sus características higiénicas.

Las muestras de agua correspondientes al río Cauca fueron tomadas preferencialmente 100 mts. aguas arriba de la desembocadura de sus afluentes. En éstos, el sitio de muestreo estaba localizado 100 mts, antes de su desembocadura al Río Cauca.

El agua recolectada fué llevada al laboratorio, donde se efectuaron los análisis siguientes: Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) Oxígeno Disuelto (O₂D) Sólidos Suspendidos, Sólidos Volátiles, Residuo por Evaporación, número más probable de Coliformes (N.M.P) pH y Turbiedad.

La información sobre caudales en el Río Cauca se obtuvo de las estaciones de aforo, que para tal fin tiene la CVC establecidas a lo largo del mismo río. En los mismos ríos donde no habían las mencionadas estaciones, los aforos fueron efectuados por personal con equipo especializado para tal labor.

Los puntos donde se tomaron las muestras en el Río Cauca aparecen detallados en el Cuadro No 2. El abscisado adjunto tiene como sitio de referencia la represa de Salvajina e indica la distancia en Kilómetros hasta dicho sitio.

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL RIO CAUCA

| <u>ESTACION</u> | <u>ABSCISA</u> | <u>SITIO</u> |
|-----------------|----------------|-------------------|
| 1 | 73.6 | RIO CLARO |
| 2 | 93.3 | RIO PALO |
| 3 | 103.1 | RIO JAMUNDI |
| 4 | 118.1 | ZANJON OSCURO |
| 5 | 120.2 | RIO DESBAZATADO |
| 6 | 120.9 | NAVARRO |
| 7 | 129.9 | BOCATOMA (EMCALI) |
| 8 | 136.4 | RIO CALI |
| 9 | 148.2 | PUERTO ISAACS |
| 10 | 155.0 | RIO GUACHAL |
| 11 | 159.7 | PASO DE LA TORRE |
| 12 | 170.7 | RIO VIJES |
| 13 | 192.8 | TAIPA |
| 14 | 200.6 | YARUMAL |
| 15 | 207.1 | MEDIA CANOA |
| 16 | 258.6 | PUERTO VIEJO |
| 17 | 318.6 | GUAYABAL (ZARZAL) |
| 18 | 338.1 | LA VICTORIA |
| 19 | 383.1 | ANACARO |
| 20 | 405.6 | LA VIRGINIA |

La ciudad de Cali cuenta con cinco puntos de entrega de aguas negras al río Cauca: Canal Interceptor de Navarro, Caño Cauquita, Interceptor Oriental, Canal de Drenaje Principal y el río Cali.

En estos sitios y en los desagües de las principales factorías de Yumbo, las muestras se tomaban en forma continua durante las 24 horas del día, en tres días de la semana incluyendo el domingo.

En la forma anterior se trataba de obtener una muestra que fuera lo más representativa posible.

Para tener una idea de la clase y cantidad de desechos que arrojan las industrias al Río Cauca, se les envió a cada una de ellas una encuesta, la cual fué devuelta en un porcentaje mínimo.

La mayor parte de las factorías nos informó que no podían entregar tales encuestas hasta que ellas fueran estudiadas y aprobadas por sus respectivos Departamentos Jurídicos.

RESULTADOS

Afluentes del río Cauca: En los cuadros desde el #3 hasta el #17 están consignados los resultados de los análisis efectuados a los afluentes del Río Cauca. Los ríos Claro, Palo, y Jamundí presentan condiciones satisfactorias en cuanto a oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno.

En los tres ríos se presentan numerosas bacterias coliformes, cuya presencia se explica porque en sus orillas están situadas varias poblaciones o caseríos que vierten sus desechos domésticos a ellos. Zanjón Oscuro presenta características diferentes a los anteriores pues su O.D. bajo y su D.B.O. relativamente alta indican contaminación en sus aguas. Una posible explicación a los datos anteriores puede ser el vertimiento de aguas residuales del Ingenio Bengala a esta corriente.

El Río Desbaratado presenta en ocasiones condiciones desfavorables debido quizá a descargas temporales de aguas residuales del Ingenio El Porvenir. Este río presenta además un índice coliforme elevado.

En los cuadros 8 al 13 se presenta el resultado obtenido de los diferentes desagües de aguas negras de la ciudad de Cali. En estos sitios se obtuvo un caudal promedio en el día de trabajo haciendo aforos a las 6 am., 12m. y 6pm., a excepción de Navarro en donde, gracias a la estación de aforos existentes ahí se tomaba cada hora el caudal correspondiente:

Como puede observarse en los cuadros mencionados, las muestras se efectuaron durante 24 horas, en tres días diferentes de la semana, tomando muestras cada hora. Cada muestra registrada representa a un grupo de 4 de ellas.

En el Caño Cauquita, en el Interceptor Oriental y en el Canal de Drenaje Principal, se aplicó el gráfico de las variaciones horarias típicas de las aguas negras municipales, para conocer el flujo por hora

Consideramos que estos desagües llevan aguas completamente negras debido a los altos valores obtenidos en la D.B.O.

Para el Río Cali podemos aplicar el mismo razonamiento, pues en época de verano casi la totalidad de las aguas es derivada por una Ecatoma hacia la Planta de Tratamiento de San Antonio de manera tal, que el flujo que llega al río Cauca puede considerarse como desechos domésticos e industriales.

En el cuadro No. 14 se presenta un resumen de la cantidad de carga orgánica en Lbs/día que entrega al río Cauca la ciudad de Cali.

El Caño Cauquita desagua en época de invierno, al Canal de Drenaje Principal de la CVC por no poder hacerlo en el Río Cauca, pues su entrega en el Río se cierra por medio de una compuerta de chapaleta al subir el nivel de las aguas.

El río Yumbo no tiene oxígeno disuelto y su D.B.O. es elevada debido a que aquel recibe las aguas residuales de la población de Yumbo, además de los desechos de varias industrias montadas en esa zona.

En el cuadro No. 18 está registrada la carga orgánica que recibe el río Cauca por conducto de sus afluentes, desde el Río Claro hasta el Río Guachal.

DESCARGAS DE LA ZONA INDUSTRIAL

La Industria utiliza agua en grandes cantidades para sus diferentes procesos, pero al mismo tiempo descarga a los ríos cantidades considerables de contaminantes que sumados a los desechos propios de las ciudades, copan la capacidad de autodepuración de las corrientes.

Entre los desechos mas importantes de las factorías podemos anotar los que indica George E. Barnes en su libro "TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES".

"a) Acidos- Desperdicios ácidos, como licores de los baños limpiadores de metales, pueden causar la precipitación o coagulación de otras sustancias, produciendo de esta manera gran turbidez o depósitos de cieno. Excesiva acidez inhibe el desarrollo de los procesos biológicos y soluciones con un pH de 6.0, o menor, pueden causar deterioro del equipo por corrosión.

"b) Alcalinos Soluciones muy alcalinas o cáusticas (como las de las industrias textiles, lavanderías, curtidurías y otras industrias químicas) son antisepticas e inhiben el tratamiento de las aguas cloacales sanitarias además de la purificación natural que suele tener lugar en las corrientes. Los peces pueden sucumbir".

c) Aceites y grasas Los aceites y las espumas flotantes son desagradables y dañinos para la vida y las aves acuáticas. Doscientos galones de aceite pueden formar una fina película sobre una superficie líquida de una milla cuadrada. Ya sea libre o emulsionado, el aceite y la espuma son resistentes a la oxidación.

d) Fenoles Compuestos fenólicos provenientes de hornos de coquización y otras industrias han sido siempre un gran problema debido a su alta D.B.O. pero especialmente al sabor que comunican las las aguas de abastecimiento. La cloración de aguas de abastecimiento que contienen fenoles aún en cantidades tan pequeñas como una parte por billón, conduce a la formación de clorofe-

noles que comunican al agua un sabor bastante desagradable, haciéndola impropia para el servicio doméstico."

"e) Estireno Este caso constituye uno de los más recientes y de mayor importancia. El estireno es una de las materias primas utilizadas en la manufactura de la forma más común del caucho sintético, y cuando no está bien diluido en el agua le imparte un gusto avinagrado y un olor poco agradable. Se conocen varios métodos para eliminar el sabor y el olor, pero consideraciones económicas lo hacen impracticable."

"f) Curtidos Las aguas cloacales provenientes de curtidurías constituyen un ejemplo típico de las clases de desperdicios orgánicos que no solamente desoxigenan las corrientes, sino que además le comunican un olor persistente que es ofensivo a la vista"

"g) Metales Los metales pesados, tales como el cobre y el cromo, cuando no pueden ser recuperados, son sustancias tóxicas y venenos acumulativos. Se ha encontrado que disminuyen o paralizan las etapas de nitración y digestión durante el tratamiento de las aguas cloacales y, además acaban con la vida acuática".

"h) Cianuros Los cianuros, aún en bajísimas concentraciones, son venenos bastante fuertes y extremadamente peligrosos; interfieren en los procesos bioquímicos y eliminan los peces."

i) Salmueras La salmuera constituye la materia prima en la producción de gran variedad de sustancias químicas; frecuentemente es usada como agente dispersante; constituye un subproducto en la producción de aceites. Es nociva a la agricultura, a las aguas de abastecimiento y a la vida acuática.

"j) Detergentes Los detergentes o substitutos del jabón como generalmente se les llamaba, son agentes dispersantes que retardan o impiden el curso normal del tratamiento de las aguas de desecho. Pueden ser de diversos tipos, pero generalmente poseen una D.B.O. muy grande, retardan la sedimentación y causan

la formación de espuma. La Comisión Real de Disposición de Desechos, de Inglaterra, clasificó los desechos industriales en la forma siguiente:

I-Desechos perjudiciales, por la presencia de sólidos suspendidos como los que provienen de la extracción de carbón, canteras, lavado de arenas.

II-Desechos perjudiciales por la presencia de sólidos y la presencia de sustancias disueltas como los desechos de tenerías, textiles, productos lácteos, azúcar de remolacha.

III- Desechos perjudiciales por la presencia de sustancias disueltas como los residuos de electrodeposición de metales y productos químicos.

En el cuadro No. 19 presentamos una lista de las principales factorías y la carga orgánica con que contribuyen a la contaminación del Río Cauca. Como puede observarse, la carga orgánica suministrada por la industria es 2.5 veces la que entrega la ciudad de Cali.

En los cuadros del No. 20 al 26 están compilados los resultados de las principales industrias de la zona de Yumbo.

Como puede observarse en los cuadros de resultados correspondientes a las industrias, las que más contribuyen a la contaminación del río son: Propal Carton de Colombia y Curtiembres Titán.

Una vez construida la planta recuperadora de soda, Propal seguirá contribuyendo con unas 18.000 lb/día de D.B.O.₅ pues la eficiencia de dicha planta será, como ya se dijo, de un 85%, Carton de Colombia, a pesar de contar con la mencionada planta recuperadora, actualmente arroja al río Cauca unas 16.282 lb/día de D.B.O.₅.

A la factoría Curtiembres Titán se le deben hacer las recomendaciones adecuadas para tratar sus desechos antes de que logre una expansión completa en sus dependencias.

Es importante hacer un nuevo muestreo pero mucho más intensivo a las industrias, ojalá dedicando a ello todo el tiempo de una nueva etapa investigativa.

La Central Termoeléctrica de Anchicayá contribuye de una manera indirecta, a la contaminación del río al devolver agua con temperatura elevada.

Al aumentar la temperatura del agua, el oxígeno cuya solubilidad disminuye y se hace más escasa, se combina mucho más rápidamente con los desechos orgánicos.

De ésta manera la corriente consume más oxígeno del que le puede llegar por medios naturales. Es decir, se pierde el equilibrio entre el consumo de oxígeno y la absorción del mismo. Es, pues, necesario que el agua sea enfriada antes de su descarga al río.

La Factoría de Carton de Colombia ha convertido la orilla del río Cauca en un basurero de sus desechos sólidos. Cuando el nivel del río sube, arrastra gran parte de esos desperdicios causando problemas al proceso de su natural purificación. A causa de la erosión de sus flancos y de las basuras en general que recibe el río es tan turbio que la luz del sol no penetra lo suficiente y la vida vegetal no prospera y muere por falta de luz. La fotosíntesis por medio de la cual las plantas absorben el dióxido de carbono y producen oxígeno que compensa el que se consume en la estabilización de la materia orgánica no puede realizarse.

Inicialmente el estudio se estaba realizando entre la desembocadura del Río Claro y el puente de Media Canoa, pero en éste último sitio el río no mostraba índices de recuperación, se amplió la zona de trabajo hasta el puente de La Virginia.

En los cuadros No. 27 al No. 30 se indican los caudales del río Cauca en los meses de verano en cuatro de las estaciones de aforo que para tal efecto tienen montadas la CVC en el mencionado río: La Bolsa, Juanchito, Media Canoa, y la Victoria.

En el cuadro No. 51 se presenta un resumen de los análisis químicos de las 20 estaciones de muestreo que se localizaron en el río Cauca y que aparecen anotadas en el Cuadro No. 1.

En este cuadro podemos anotar que a la altura de puerto Isaacs, tanto el nivel de oxígeno disuelto como la demanda bioquímica de oxígeno, se pasan de los límites permitidos. Aquí donde las descargas de aguas negras de la ciudad de Cali, sumadas a las industriales, están ejerciendo su máximo consumo de oxígeno.

BALANCE DE OXIGENO EN UNA CORRIENTE Toda corriente superficial debe tener el oxígeno necesario para hacer frente a la demanda que de éste se ejerce por:

1. La contaminación natural.
2. Las aguas negras domésticas.
3. Los residuos Industriales.
 - a) materia orgánica
 - b) materia química
 - c) contaminación física
4. La descomposición bentónica
5. La vida acuática

Para cumplir estas necesidades la corriente superficial tiene a su favor lo siguiente:

1. El oxígeno disuelto inicial
2. La reoxigenación de la corriente
3. La fotosíntesis
4. La sedimentación al estado bentónico
5. El oxígeno que poseen los nitratos, nitritos, y sulfatos.

De los débitos y créditos relacionados con el balance de oxígeno que posee el agua solo explicaremos los referentes a la descomposición bentónica. Cuando la velocidad de una corriente es menos que la velocidad de arrastre, las partículas, en nuestro caso las de materia orgánica pueden depositarse en el fondo. Cerca a las descargas de los alcantarillados es común ver en el fondo un depósito de lodo, A este lodo sedimentado se le da el nombre de depósito bentónico.

Esta materia orgánica depositada va tomando oxígeno de la corriente en una forma muy lenta. En algunos casos la demanda bioquímica de oxígeno ejercida por esta clase de materia ha durado un poco más de dos años. Esto quiere

decir que el lodo bentónico depositado en los ríos demora mucho tiempo antes de lograr su estabilización completa.,
 Con la sedimentación al estado bentónico solamente se está aplazando una deuda de oxígeno que algún día se debe pagar.
 Teniendo en cuenta la desoxigenación y la reaeración de una corriente Streeter y Phelps llegaron a la siguiente ecuación que combina ambos efectos:

$$D_t = \frac{k_1}{k_2 - k_1} L_a (10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t}) + D_0 10^{-k_2 t}$$

- D_a = Déficit de oxígeno disuelto en mgr/lt en un punto inicial
 L_a = Demanda Bioquímica de oxígeno en mgr/lt en un punto inicial
 k_1 = Constante de desoxigenación del río en días⁻¹
 k_2 = Constante de reaeración del río en días
 D_t = Déficit de oxígeno disuelto, en mgr/lt, en el punto final después de un tiempo t .
 t = Tiempo necesario para que la masa del agua pase del punto inicial al punto final expresado en días

Constantes de desoxigenación (k_1) y de reaeración (k_2)

El método empleado para la determinación de la constante de desoxigenación (k_1) es el propuesto por Moore, Thomas y Snow que aparece detallado en el libro de Fair and Geyer, Water supply and waste water disposal.

A continuación explicamos la manera como se halló la constante k_1 para el río Cauca en las cercanías de la desembocadura del río Palo.

| t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--------------------|------|------|------|------|------|-------|
| BOD ₅ | 0.64 | 1.28 | 1.64 | 1.70 | 1.92 | 7.18 |
| BOD ₅ t | 0.64 | 2.56 | 4.92 | 6.80 | 9.60 | 24.52 |

$$A = \frac{\sum BOD}{\sum BOD \cdot t} = 0.293$$

Utilizando la gráfica de Moore Thomas y Snow, encontramos que para este valor de A corresponde un valor de k_1 igual a 0.17 .

Basados en este método obtuvimos los siguientes valores de la mencionada constante en otros sitios del río Cauca

Valores de k_1

Río Cauca en:

| | |
|-----------------------------------|------|
| Río Claro..... | 0,15 |
| Río Palo | 0,17 |
| Canal Interceptor de Navarro..... | 0,13 |
| Bocatoma EmSali..... | 0,18 |
| Puente del Ferrocarril..... | 0,03 |
| Paso del Comercio..... | 0,16 |
| Puerto Isaacs..... | 0,17 |
| Río Guachal..... | 0,14 |
| Paso de la Torre..... | 0,15 |
| Vijes..... | 0,23 |
| Taipa..... | 0,17 |
| Yarumal..... | 0,33 |
| Mediacanao..... | 0,28 |

$$k_1 \text{ promedio} = 0,17$$

Para la determinación de la constante de reaeración k_2 se empleó la siguiente fórmula desarrollada por Thomas:

$$k_2 = k_1 \frac{\bar{L}}{\bar{D}} - \frac{\Delta D}{2,3 \Delta t \bar{D}}$$

\bar{L} = Valor promedio de la DBO última, en los puntos inicial y final del tramo considerado.

\bar{D} = Valor promedio del déficit de oxígeno disuelto en los puntos inicial y final del tramo considerado.

ΔD = Cambio en el déficit de oxígeno en los puntos inicial y final del tramo

Δt = Tiempo empleado por las masas de agua para pasar de un punto a otro.

k_1 = constante de desoxigenación

Mediante el desarrollo anterior se obtuvieron los valores siguientes:

Valores de k_2

Río Cauca entre

| | |
|-------------------------------|------|
| Paso de La Torre a Vives..... | 0.28 |
| Vives - Taipa | 0.19 |
| Taipa- Yarumal..... | 0.48 |
| Yarumal- Mediacanoa..... | 0.14 |
| Puerto Viejo..Guayabal..... | 0.39 |
| Guayabal - La Victoria..... | 0.32 |
| La Victoria- Anacaro..... | 0.26 |
| Anacaro - La Virginia | 0.39 |

El valor promedio de la constante k_2 en los tramos anteriores es de 0.31

Aguas arriba del paso de la Torre la fórmula de Thomas tendía a darnos valores negativos, por lo tanto nos vimos precisados a utilizar la ecuación de Streeter y Phelps para calcular la constante k_2 por medio de aproximaciones sucesivas. En esta forma se obtuvo una k_2 promedio de 0-10 entre Río Claro y paso de la Torre Según Francisco Unda Opazo el rango de variación de las constantes k_1 y k_2 , en verano, en la mayor parte de los ríos de los Estados Unidos está entre:

$$k_1 \text{ por día} = 0.06 \text{ a } 0.36$$

$$k_2 \text{ por día} = 0.06 \text{ a } 0.96$$

Los valores anteriores indican que la magnitud de las constantes halladas para el río Cauca está dentro de los rangos aceptables.

La constante de autopurificación de un río es la relación entre k_1 y k_2 , de manera que en el río Cauca tenemos:

$$f = \frac{k_2}{k_1} = 1.5 \text{ aproximadamente}$$

Constante de autopurificación f para aguas receptoras a 20° c

- 1. Lagunas y aguas estacionarias
- provenientes de ríos.....0.5 a 1.0

- 2- Ríos muy lentos y lagos
o grandes almacenamientos.....1.0 a 1.5
- 3- Ríos muy grandes de baja velocidad.....1.5 a 2.0
- 4- Ríos grandes de velocidad normal.....2.0 a 3.0
- 5- Ríos de alta velocidad.....3.0 a 5.0
- 6- Ríos muy rápidos o caídas de agua.....más de 5.0

En la gráfica No. 2 indicamos el valor del oxígeno disuelto, en mgr/lt, en todas las estaciones de muestreo a lo largo del Río Cauca. Esta gráfica fue construida en base a los resultados de laboratorio provenientes de los muestreos efectuados en el Río Cauca durante la investigación.

En la gráfica No. 3 se ha representado el déficit de oxígeno disuelto contra el tiempo de flujo en días. A esta relación se le conoce con el nombre de "Curva de oxígeno colgante o curva SAG" y también proviene de una recolección exhaustiva de datos de campo y laboratorio.

Basados en la ecuación de Streeter y Phelps y conociendo las constantes k_1, k_2 , el déficit de O.D. en el punto de contaminación o de referencia y el valor último de BBO de la primera etapa en el punto de referencia, podemos desarrollar la curva de oxígeno colgante bajo la suposición de que la entrega de los desechos se halla concentrada en un solo punto, en nuestro caso en Puerto Isaacs.

Para hallar el tiempo crítico t_c al cabo del cual la corriente, después de recibir los desechos, alcanza su déficit máximo de oxígeno derivamos la ecuación de Streeter.

$$D = \frac{k_1}{k_2 - k_1} L_a (10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t}) + D_a 10^{-k_2 t}$$

y reagrupando luego términos tenemos:

$$t_c = \frac{1}{k_1 (f-1)} \log. \left\{ f \left[1 - (f-1) \frac{D_a}{L_a} \right] \right\}$$

De ésta manera el t_c alcanza un valor de 1.09 días. En época de verano la velocidad del Río Cauca puede tomarse como 0.90mt/sg. Esta velocidad relacionada

con el tiempo crítico nos permite encontrar la distancia, a partir de Puerto Isaacs, donde suceda el mínimo valor de oxígeno disuelto correspondiendo este sitio a las cercanías de Mediacanoa. Lo que hemos explicado se encuentra dibujado en la gráfica No. 4. Debe tenerse presente que en la gráfica teórica no se tuvieron en cuenta las descargas de los ríos de Yumbo, Guachal, Amaime y otros, lo cual ocasiona una variación en el valor del déficit de oxígeno obtenido por análisis en el laboratorio.

En las gráficas siguientes, desde la No.5 a la No. 9, se han dibujado otras relaciones importantes de las diferentes estaciones de muestreo como son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBQ), el número más probable de coliformes por 100cc (NMP), el pH, la turbiedad y los sólidos totales.

En la gráfica No.10 se ha calculado la cantidad de sólidos totales que entregan al Río Cauca sus principales afluentes. Teniendo en cuenta la posibilidad de que se lleve a cabo el proyecto de Salvajina hemos preparado gráficas de oxígeno disuelto (O.D.), demanda bioquímica de oxígeno, y déficit de oxígeno para un caudal promedio de 130 m³/sg las cuales presentan los números 12, 13, 14, y 15. En la curva de oxígeno colgante o curva SAG del río Cauca podemos observar que desde antes de Puerto Isaacs hasta Anacaro, en Cartago, el oxígeno disuelto está por debajo del límite mínimo necesario para la conservación de la flora y la fauna acuática.

En los gráficos No.17 y 18 mostramos disminución de oxígeno disuelto y el incremento de la demanda bioquímica de oxígeno en el río Cauca con relación a los valores encontrados en el año 1963 por la comisión formada por la Universidad Tulane y la Universidad del Valle.

En el año de 1968, una sola muestra tenía oxígeno disuelto de 0 mgr/l a la altura de Taipa. En el año de 1969 se encontraron 7 muestras sin oxígeno disuelto pero disgregadas entre el río Guachal y el sitio de Mediacanoa. Con lo anterior queremos hacer notar que la zona de degradación del río es cada año más amplia.

El Doctor Anibal Patiño, biólogo de la Universidad del Valle llevó a cabo, por recomendación de la CVC un estudio que le permitió hacer entre otras las siguientes consideraciones:

1. Exceptuando los casos en que la muerte de los peces es achacable a envenenamiento por los residuos industriales tóxicos o por la acción de plaguicidas residuales, el principal factor responsable es la severa desoxigenación del agua, agravada por la acción sinérgica de otros factores como altos niveles de anhídrido carbónico, aumento de la temperatura del agua y la presencia de sustancias tales como amoníaco, ácido sulfhídrico, mercaptanos etc. derivados de la descomposición anaeróbica".
2. Esta barrera de polución que se extiende en un frente de cerca de 100 Kms, en la parte central del Valle, esta interfiriendo gravemente las migraciones anuales que nuestras especies mas valiosas emprenden desde mediados de Agosto en la parte norte del Departamento y que en Septiembre van remontando el río justamente por el trayecto más poluido. Es fácil comprobar que la mayoría de los ejemplares muertos presentan sus gonadas en estado de maduración, perdiéndose así la posibilidad de que efectúen sus desoves".
3. Los peces que no alcanzan a morir durante éste periodo son víctima fácil de toda clase de parásitos, tanto internos como externos. Enfermedades bacterianas como la forunculosis hacen presa en las sardinias, deformándolas completamente; los hongos del tipo saprolegnia blanquean con frecuencia las aletas de muchos individuos y en no pocas veces causan desprendimiento de sus escamas. Termina el Doctor Patiño afirmando que en pocos años, la vida ictícola, por la creciente polución del río, habrá desaparecido casi por completo. Sobrevivirán si acaso, las especies menos valiosas, es decir, las mas tolerantes a la polución. Además el equilibrio ecológico habra sido alterado en forma irreversible. La salud de las gentes que consumen sus aguas en la parte media y norte del río se verá afectada seriamente, así como la salud del ganado que abreva

en sus orillas y la calidad de los suelos que son irrigados con fines agrícolas. //

En el verano el río Cauca presenta a la altura de Puerto Isaacs las siguientes características:

D.B.O₅ promedio.....10.21 mgr/l

D.B.O₅ máxima.....23.90 mgr/l

O.D. promedio.....2.18 mgr/l

Caudal promedio en los días de muestreo.....88.8 m³/sg

Para estimar el caudal que necesita el río Cauca en la estabilización de la materia orgánica emplearemos una D.B.O.₅ de 15 mgr/l, más alta que el valor promedio, para prevenir las descargas periódicas de la industria las cuales producen una disminución apreciable en el oxígeno disuelto del río, el cual consideramos no debe ser inferior a 4mgr/l. La cantidad de oxígeno que se debe suministrar al río Cauca, en Puerto Isaacs, para estabilizar el caudal de 88.8 M³/sg con una D.B.O.₅ de 15 mgr/l debe ser 2.94 lbs/sg. El agua del río en este mismo sitio contiene 0.0048 lb de O₂ por m³. Por lo tanto el caudal necesario para lograr una buena dilución y permitir un remanente de oxígeno debe ser:

$$\frac{2.94 \text{ lb/sg de O}_2}{0.0048 \text{ lb/m}^3 \text{ de O}_2} = 612 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Lo anterior tiene su comprobación al efectuar determinaciones de O.D. en el río con caudales altos como detallamos a continuación;

| <u>Río Cauca en</u> | Q m ³ /sg | O.D, mgr/l | fecha |
|---------------------|----------------------|------------|---------|
| Río Claro | | 5.85 | 5-18-70 |
| Río Palo | | 5.90 | 5-18 70 |
| Río Jamundi | | 5.50 | 5-18 70 |
| Navarro | | 5.45 | 5-18 70 |
| Juanchito | 454 | 5.40 | 5-18 70 |
| Puerto Isaacs | | 4.80 | 5-19 70 |
| Paso de la Torre | | 4.15 | 5-19 70 |
| Guachal | | 4.05 | 5-19 70 |

continuación

42-

| | | |
|------------------|------|---------|
| Vijes | 3.25 | 5-19 70 |
| Taipa | 3.10 | 5-19 70 |
| Yarumal | 3.60 | 5-19 70 |
| Mediacanoa 528 | 3.00 | 5-19 70 |
| Puerto Viejo 685 | 3.90 | 5-21 70 |

En algunas oportunidades, el río Cauca, con un caudal superior a los 612 m³/sg presenta condiciones de O.D por debajo de el límite mínimo, pero esto se explica fácilmente por las descargas adicionales que ocasionalmente efectuan las industrias en época de invierno además del arrastre de lodos bentónicos producido en el lecho del río.

En el cuadro No 52 presentamos el estado que tendría el río Cauca, en las diferentes estaciones de muestreo con un caudal de 120- 140. m³/sg. Como puede notarse, a partir de la estación que corresponde a Puerto Isaacs el río presenta condiciones pocas satisfactorias alcanzando situaciones críticas para la vida de los peces entre el paso de la Torre y Mediacanoa.

COMPARACION DE RESULTADOS CON INVESTIGACIONES ANTERIORES

En las gráficas del NO.16 hasta el No. 23 se hace una comparación de los resultados obtenidos en las investigaciones efectuadas en 1963 y en 1969.

La gráfica No16 indica los valores promedios de pH encontrados en el río Cauca a lo largo de las diversas estaciones de muestreo.

El valor del pH en 1969 es aproximadamente constante debido al caudal que transporta, lo que permite al río tener una buena capacidad amortiguadora.

Comparando los resultados de 1969 con los de 1963 se observa un descenso en el valor del pH, aproximadamente de 0,3 unidades. Esta disminución puede explicarse por el aumento de las descargas ácidas que van al río y por el incremento de la carga orgánica degradable. A lo largo de las estaciones de muestreo el pH promedio permanece casi constante. Las variaciones más altas del pH ocurren en una misma estación lo cual indica el vertimiento intermitente de desechos ácidos o alcalinos. En la gráfica No.17 se hace la comparación del oxígeno disuelto. Desde el río Claro hasta Bocatoma EmCali el valor promedio de O.D. es casi igual para 1963 y para 1969.

A partir de río Cali, durante el año de 1969, el oxígeno disminuye considerablemente debido a la descarga tanto de aguas negras como de residuos industriales.

Durante el año de 1963 la máxima variación promedio de oxígeno disuelto entre las estaciones de muestreo alcanzó un valor de 5mgr/l y para 1969 ésta variación aumentó a 5.7 mgr/l.

La disminución actual en el oxígeno disuelto es lógica si se tiene en cuenta el aumento de la población y la instalación de nuevas industrias.

La demanda bioquímica de oxígeno en 1969 es superior en todas las estaciones de muestreo a la ejercida en 1963, a excepción del tramo comprendido entre Navarro y Bocatoma EmCali donde tal vez la D.B.O.₅ no aumentó por estarse efectuando una sedimentación bentónica.

En 1963 la D.B.O.₅ máxima, en promedio, ocurría en paso de la Torre con un valor de 3.50 mgr/l. En 1969 la D.B. O.₅ máxima, en promedio, aumentó a 16.21 mgr/l en el sitio de Puerto Isaacs.

En la primera investigación el agua en el Paso de la Torre se podía clasificar como de poca polución, en la actualidad el agua a la altura de Puerto Isaacs puede catalogarse como completamente mala.

En la gráfica No.19 comparamos la carga orgánica que lleva el río Cauca, medido como D.B.O.₅ en lbs/día. En la mayoría de las estaciones la carga orgánica aumentó con relación a la medida en 1963. En algunos sitios como en Navarro, Río Cali y Vijes la carga disminuye pero posiblemente aumentó la sedimentación bentónica que es otra forma de materia orgánica.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----------|--------|
| 1 | 7/9 | 12.00 | 23.7 | 7.2 | 6.7 | 0.8 | 248 | 182 | 44 | 30 | 24.000 | 3.602 |
| 2 | 7/14 | 12.15 | 19.4 | 7.2 | 6.1 | 0.8 | 204 | 56 | 48 | 25 | 24.000 | 2.948 |
| 3 | 7/25 | 11.55 | 13.8 | 7.2 | 6.0 | 0.9 | 178 | 30 | 78 | 27 | 2.400000 | 2.360 |
| 4 | 8/21 | 10.00 | 14.1 | 7.1 | 4.9 | 3.8 | 186 | 75 | 26 | -- | -- | 10.180 |
| 5 | 9/9 | 11.10 | 8.5 | 7.3 | 5.4 | 2.0 | 138 | 47 | 48 | 27 | -- | 3.230 |

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 7/9 | 12.00 | 23.7 | 7.2 | 6.7 | 0.8 | 248 | 182 | 44 | 30 | 24.000 | 3.602 | |
| 2 | 7/14 | 12.15 | 19.4 | 7.2 | 6.1 | 0.8 | 204 | 56 | 48 | 25 | 24.000 | 2.948 | |
| 3 | 7/25 | 11.55 | 13.8 | 7.2 | 6.0 | 0.9 | 178 | 30 | 78 | 27 | 2.400000 | 2.360 | |
| 4 | 8/21 | 10.00 | 14.1 | 7.1 | 4.9 | 3.8 | 186 | 75 | 26 | -- | -- | 10.180 | |
| 5 | 9/9 | 11.10 | 8.5 | 7.3 | 5.4 | 2.0 | 138 | 47 | 48 | 27 | -- | 3.230 | |

ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DEL RÍO PALO

CUADRO No. 4

CUADRO No.5

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO JAMUNDI

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 7/9 | 12.50 | 3.00 | 23 | 6.9 | 7.1 | 0.0 | 66 | 9 | 8 | 10 | 24,000 | --- |
| 2 | 7/25 | 13.05 | 2.20 | 25 | 7.0 | 5.9 | 1.4 | 98 | 9 | 22 | 27 | 24,000 | 585 |
| 3 | 8/25 | 16.10 | 1.50 | 24 | 6.8 | 6.7 | 1.5 | 52 | 24 | 18 | 25 | --- | 427 |
| 4 | 9/8 | 13.00 | 2.00 | 26 | 6.9 | 6.1 | 1.0 | 102 | 34 | 22 | --- | --- | 399 |

CUADRO No.7
ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO DESBARATADO

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg./l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1 | 7/9 | 14.30 | 0.42 | 23 | 7.4 | 6.9 | 2.5 | 592 | 129 | 56 | 65 | 2.400 | 199 |
| 2 | 7/25 | 15.30 | 0.40 | 28 | 7.6 | 5.7 | 2.0 | 262 | 104 | 92 | 50 | 240.000 | 152 |
| 3 | 9/15 | 14.30 | 0.70 | 29 | 7.2 | 0.8 | 33.9 | 222 | 44 | 64 | -- | -- | 4.508 |

CUADRO No. 8

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL CANAL INTERCEPTOR DE NAVARRO

50-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 7/22 | 07.00 | 1.50 | 24 | 6.6 | " | 7.0 | 164 | 92 | 36 | 61 | " | 2.005 |
| 2 | 7/22 | 11.00 | 1.55 | 25 | 6.6 | " | 16.0 | 232 | 126 | 70 | 58 | " | 4.712 |
| 3 | 7/22 | 15.00 | 1.72 | 27 | 6.7 | " | 17.8 | 236 | 131 | 74 | 60 | " | 5.817 |
| 4 | 7/22 | 19.00 | 1.69 | 24 | 6.7 | " | 44.7 | 298 | 163 | 90 | 62 | " | 14.369 |
| 5 | 7/22 | 23.00 | 1.56 | 23 | 6.6 | " | 37.0 | 274 | 115 | 80 | 58 | " | 10.966 |
| 6 | 7/23 | 03.00 | 1.46 | 22 | 6.6 | " | 27.0 | 236 | 88 | 68 | 55 | " | 7.489 |
| 7 | 7/25 | 06.00 | 1.31 | 22 | 6.7 | " | 24.0 | 242 | 88 | 84 | 58 | " | 5.973 |
| 8 | 7/25 | 10.00 | 1.27 | 23 | 6.7 | " | 20.2 | 196 | 55 | 70 | 65 | " | 4.874 |
| 9 | 7/25 | 14.00 | 1.48 | 24 | 6.7 | " | 22.1 | 280 | 103 | 90 | 49 | " | 6.214 |

CUADRO No.8

CONTINUACION

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL CANAL INTERCEPTOR DE NAVARRO

51-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 10 | 7/25 | 18.00 | 1.67 | 23 | 6.7 | . | 60.5 | 318 | 168 | 118 | 57 | . | 19.196 |
| 11 | 7/26 | 22.00 | 1.57 | 20 | 6.7 | . | 42.3 | 286 | 124 | 106 | 58 | . | 12.618 |
| 12 | 7/26 | 02.00 | 1.46 | 22 | 6.6 | . | 35.5 | 260 | 110 | 94 | 60 | . | 9.847 |
| 13 | 7/27 | 07.00 | 1.38 | 23 | 6.7 | . | 9.8 | 250 | 103 | 86 | . | . | 2.569 |
| 14 | 7/27 | 11.00 | 1.44 | 24 | 6.7 | . | 14.8 | 222 | 164 | 76 | . | . | 4.049 |
| 15 | 7/27 | 15.00 | 1.67 | 23 | 6.6 | . | 12.5 | 252 | 120 | 80 | . | . | 3.982 |
| 16 | 7/27 | 19.00 | 1.57 | 22 | 6.6 | . | 76.8 | 708 | 660 | 224 | . | . | 22.909 |
| 17 | 7/28 | 23.00 | 1.43 | 20 | 6.7 | . | 14.0 | 258 | 102 | 86 | . | . | 3.803 |
| 18 | 7/28 | 03.00 | 1.38 | 22 | 6.7 | . | 11.7 | 242 | 114 | 75 | . | . | 3.067 |

CUADRO No. 9

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL CAÑO CAUQUITA

52-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 8/12 | 09.00 | 0.80 | 25 | 6.8 | - | 153.8 | 628 | 334 | 306 | 48 | - | 23.377 |
| 2 | 8/12 | 13.00 | 0.83 | 23 | 6.8 | - | 207.8 | 846 | 422 | 380 | 50 | - | 32.770 |
| 3 | 8/12 | 17.00 | 0.80 | 26 | 6.6 | - | 213.8 | 844 | 352 | 344 | 50 | - | 32.497 |
| 4 | 8/12 | 21.00 | 0.73 | 24 | 6.4 | - | 138.8 | 624 | 228 | 310 | 49 | - | 19.251 |
| 5 | 8/13 | 01.00 | 0.54 | 21 | 6.5 | - | 147.3 | 680 | 82 | 314 | 47 | - | 15.112 |
| 6 | 8/13 | 05.00 | 0.39 | 22 | 6.7 | - | 107.8 | 476 | 132 | 280 | 47 | - | 7.987 |
| 7 | 8/14 | 07.00 | 0.61 | 24 | 6.8 | - | 62.0 | 426 | 130 | 216 | 47 | - | 7.185 |
| 8 | 8/14 | 11.00 | 0.87 | 26 | 6.7 | - | 225.4 | 694 | 368 | 320 | 47 | - | 37.258 |
| 9 | 8/14 | 15.00 | 0.78 | 27 | 6.6 | - | 284.4 | 718 | 314 | 356 | 45 | - | 42.148 |

CUADRO No. 9

CONTINUACION

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL CAÑO CAUQUITA

53-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 10 | 8/14 | 19.00 | 0.80 | 24 | 6.4 | - | 186.4 | 638 | 258 | 324 | 42 | - | 28.332 |
| 11 | 8/14 | 23.00 | 0.68 | 23 | 6.6 | - | 118.2 | 566 | 200 | 292 | 40 | - | 15.271 |
| 12 | 8/15 | 03.00 | 0.42 | 23 | 6.8 | - | 103.2 | 502 | 126 | 248 | 43 | - | 8.235 |
| 13 | 8/17 | 07.00 | 0.61 | 24 | 6.8 | - | 63.7 | 402 | 148 | 202 | 40 | - | 7.382 |
| 14 | 8/17 | 11.00 | 0.87 | 27 | 6.8 | - | 112.8 | 614 | 328 | 278 | 47 | - | 18.645 |
| 15 | 8/17 | 15.00 | 0.78 | 27 | 6.8 | - | 130.8 | 636 | 376 | 316 | 49 | - | 19.384 |
| 16 | 8/17 | 19.00 | 0.80 | 25 | 6.6 | - | 88.8 | 558 | 280 | 302 | 45 | - | 13.497 |
| 17 | 8/17 | 23.00 | 0.68 | 23 | 6.6 | - | 80.2 | 442 | 196 | 222 | 49 | - | 10.361 |
| 18 | 8/18 | 03.00 | 0.42 | 23 | 6.8 | - | 59.2 | 428 | 180 | 214 | 43 | - | 4.724 |

CUADRO No.10

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL COLECTOR INTERCEPTOR ORIENTAL

54

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendeda mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 8/12 | 09.00 | 0.295 | 26 | 7.4 | - | 226.8 | 1308 | 410 | 698 | 62 | . | 12.711 |
| 2 | 8/12 | 13.00 | 0.491 | 28 | 7.4 | - | 220.5 | 1168 | 400 | 810 | 65 | . | 20.578 |
| 3 | 8/12 | 17.00 | 0.442 | 26 | 7.3 | - | 163.3 | 724 | 290 | 344 | 60 | . | 13.712 |
| 4 | 8/12 | 21.00 | 0.393 | 25 | 7.4 | - | 115.8 | 636 | 262 | 410 | 57 | . | 8.645 |
| 5 | 8/13 | 01.00 | 0.344 | 26 | 7.4 | - | 105.3 | 726 | 280 | 476 | 58 | . | 6.881 |
| 6 | 8/13 | 05.00 | 0.245 | 24 | 7.4 | - | 214.8 | 620 | 220 | 402 | 57 | . | 9.997 |
| 7 | 8/14 | 07.00 | 0.295 | 25 | 7.2 | - | 227.0 | 734 | 284 | 422 | 56 | . | 12.722 |
| 8 | 8/14 | 11.00 | 0.491 | 27 | 7.2 | - | 343.0 | 1138 | 468 | 678 | 61 | . | 31.998 |
| 9 | 8/14 | 16.00 | 0.442 | 27 | 7.2 | - | 200.4 | 700 | 284 | 392 | 55 | . | 16.828 |

CUADRO No.10

CONTINUACION

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL COLECTOR INTERCEPTOR ORIENTAL

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendingida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 10 | 8/14 | 19.00 | 0.393 | 25 | 7.4 | - | 289.4 | 1018 | 384 | 612 | 59 | - | 21.608 |
| 11 | 8/14 | 23.00 | 0.344 | 24 | 7.3 | - | 308.4 | 872 | 248 | 566 | 58 | - | 30.415 |
| 12 | 8/15 | 03.00 | 0.245 | 24 | 7.3 | - | 153.1 | 510 | 280 | 264 | 58 | - | 7.125 |
| 13 | 8/17 | 07.00 | 0.295 | 26 | 7.2 | - | 73.7 | 828 | 216 | 382 | 49 | - | 4.130 |
| 14 | 8/17 | 11.00 | 0.491 | 27 | 7.4 | - | 167.9 | 718 | 476 | 354 | 52 | - | 15.661 |
| 15 | 8/17 | 15.00 | 0.442 | 27 | 7.4 | - | 126.3 | 634 | 424 | 314 | 50 | - | 10.605 |
| 16 | 8/17 | 19.00 | 0.393 | 26 | 7.3 | - | 66.4 | 420 | 212 | 190 | 50 | - | 4.957 |
| 17 | 8/17 | 23.00 | 0.344 | 24 | 7.3 | - | 65.2 | 452 | 192 | 248 | 52 | - | 4.260 |
| 18 | 8/18 | 03.00 | 0.245 | 24 | 7.3 | - | 60.7 | 358 | 116 | 150 | 50 | - | 2.825 |

CUADRO No.11

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL CANAL DE DRENAJE C.V.C.

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O.5 mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O.5 Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 7/29 | 07.00 | 0.222 | 23 | 6.9 | - | 42.0 | 752 | 308 | 414 | 85 | - | 1.771 |
| 2 | 7/29 | 11.00 | 0.313 | 26 | 7.0 | - | 43.8 | 564 | 298 | 212 | 69 | - | 2.605 |
| 3 | 7/29 | 15.00 | 0.282 | 28 | 7.0 | - | 68.5 | 660 | 386 | 260 | 70 | - | 3.569 |
| 4 | 7/29 | 19.00 | 0.267 | 25 | 7.0 | - | 91.0 | 882 | 412 | 440 | 75 | - | 4.962 |
| 5 | 7/30 | 23.00 | 0.248 | 24 | 6.9 | - | 72.0 | 588 | 300 | 240 | 70 | - | 3.393 |
| 6 | 7/30 | 03.00 | 0.151 | 23 | 7.1 | - | 44.0 | 524 | 256 | 204 | 68 | - | 1.262 |
| 7 | 8/1 | 07.00 | 0.222 | 24 | 7.0 | - | 114.4 | 710 | 436 | 312 | 78 | - | 4.445 |
| 8 | 8/1 | 11.00 | 0.313 | 27 | 7.1 | - | 76.4 | 936 | 592 | 310 | 77 | - | 4.543 |
| 9 | 8/1 | 15.00 | 0.282 | 28 | 7.0 | - | 113.9 | 986 | 696 | 348 | 81 | - | 6.103 |

CUADRO No.11

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL CANAL DE DRENAJE C.V.C.

CONTINUACION

| Muestra No. | Fecha L.969 | Hora | Flujo, M ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 10 | 8/1 | 19.00 | 0.287 | 25 | 7.0 | - | 165.9 | 642 | 540 | 136 | 58 | . | 9.046 |
| 11 | 8/1 | 23.00 | 0.248 | 23 | 7.0 | - | 130.9 | 766 | 464 | 286 | 67 | . | 6.168 |
| 12 | 8/2 | 03.00 | 0.151 | 23 | 7.2 | - | 110.2 | 728 | 324 | 312 | 65 | . | 3.162 |
| 13 | 8/3 | 07.00 | 0.222 | 24 | 7.1 | - | 82.8 | 488 | 312 | 168 | 68 | . | 3.492 |
| 14 | 8/3 | 11.00 | 0.313 | 28 | 7.1 | - | 117.6 | 862 | 468 | 390 | 65 | . | 6.993 |
| 15 | 8/3 | 15.00 | 0.282 | 28 | 7.0 | - | 156.3 | 830 | 500 | 294 | 68 | . | 8.373 |
| 16 | 8/3 | 19.00 | 0.287 | 26 | 7.2 | - | 101.9 | 870 | 596 | 282 | 73 | . | 5.556 |
| 17 | 8/3 | 23.00 | 0.248 | 24 | 7.1 | - | 116.0 | 618 | 360 | 248 | 65 | . | 5.464 |
| 18 | 8/4 | 03.00 | 0.151 | 23 | 7.1 | - | 92.0 | 572 | 304 | 234 | 62 | . | 2.639 |

CUADRO No.12

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CALI-PUENTE CALIMA

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 8/5 | 08.00 | 1.02 | 24 | 6.8 | - | 66.5 | 500 | 183 | 284 | 58 | - | 12.887 |
| 2 | 8/5 | 12.00 | 1.22 | 29 | 6.6 | - | 107.4 | 504 | 183 | 204 | 56 | - | 24.890 |
| 3 | 8/5 | 16.00 | 1.11 | 26 | 6.4 | - | 109.4 | 484 | 142 | 214 | 49 | - | 23.071 |
| 4 | 8/5 | 20.00 | 1.12 | 24 | 6.6 | - | 79.0 | 412 | 75 | 168 | 45 | - | 16.811 |
| 5 | 8/5 | 24.00 | 0.82 | 22 | 6.4 | - | 81.2 | 498 | 58 | 220 | 42 | - | 12.650 |
| 6 | 8/6 | 04.00 | 0.56 | 22 | 6.3 | - | 42.7 | 782 | 137 | 318 | 47 | - | 4.543 |
| 7 | 8/8 | 07.00 | 0.92 | 23 | 6.8 | - | 124.0 | 594 | 166 | 304 | 55 | - | 21.675 |
| 8 | 8/8 | 11.00 | 1.20 | 25 | 6.7 | - | 154.6 | 640 | 302 | 243 | 62 | - | 35.248 |
| 9 | 8/8 | 15.00 | 1.10 | 25 | 6.7 | - | 124.0 | 540 | 208 | 220 | 58 | - | 25.916 |

CUADRO No.12

CONTINUACION

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CALI-PUENTE CALIMA

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 10 | 8/8 | 19.00 | 1.12 | 23 | 6.4 | - | 91.5 | 504 | 132 | 212 | 55 | .. | 19,471 |
| 11 | 8/9 | 23.00 | 0.82 | 22 | 6.2 | - | 95.5 | 560 | 124 | 266 | 52 | .. | 14,878 |
| 12 | 8/9 | 03.00 | 0.58 | 21 | 6.9 | - | 105.0 | 598 | 96 | 336 | 49 | .. | 11,571 |
| 13 | 8/10 | 07.00 | 0.92 | 23 | 6.8 | - | 62.2 | 462 | 106 | 210 | 48 | .. | 10,872 |
| 14 | 8/10 | 11.00 | 1.20 | 28 | 6.8 | - | 91.7 | 566 | 164 | 284 | 48 | .. | 20,907 |
| 15 | 8/10 | 15.00 | 1.10 | 28 | 6.8 | - | 73.2 | 488 | 100 | 248 | 45 | .. | 15,298 |
| 16 | 8/10 | 19.00 | 1.12 | 23 | 6.6 | - | 66.7 | 414 | 90 | 186 | 47 | .. | 14,193 |
| 17 | 8/11 | 23.00 | 0.82 | 22 | 6.5 | - | 86.9 | 388 | 88 | 172 | 40 | .. | 13,539 |
| 18 | 8/11 | 03.00 | 0.58 | 21 | 7.1 | - | 80.7 | 534 | 126 | 262 | 50 | .. | 8,893 |

CUADRO No.13

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CALI-DESEMBOCADURA

60-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 8/5 | 10.00 | 1.23 | 26 | 6.2 | .. | 122.5 | 700 | 362 | 292 | 65 | .. | 28.628 |
| 2 | 8/5 | 14.00 | 1.15 | 27 | 6.3 | .. | 101.7 | 612 | 322 | 256 | 57 | .. | 22.221 |
| 3 | 8/5 | 18.00 | 1.16 | 25 | 6.2 | .. | 82.6 | 508 | 198 | 228 | 60 | .. | 18.205 |
| 4 | 8/5 | 22.00 | 0.99 | 22 | 6.2 | .. | 58.5 | 438 | 122 | 196 | 54 | .. | 11.003 |
| 5 | 8/6 | 02.00 | 0.66 | 22 | 6.3 | .. | 51.1 | 448 | 94 | 214 | 55 | .. | 6.407 |
| 6 | 8/6 | 06.00 | 0.63 | 24 | 6.3 | .. | 49.3 | 478 | 148 | 192 | 57 | .. | 5.901 |
| 7 | 8/8 | 09.00 | 1.28 | 26 | 6.3 | .. | 96.8 | 826 | 234 | 320 | 60 | .. | 23.541 |
| 8 | 8/8 | 13.00 | 1.18 | 26 | 6.2 | .. | 103.0 | 652 | 324 | 274 | 62 | .. | 23.092 |
| 9 | 8/8 | 17.00 | 1.13 | 24 | 6.2 | .. | 91.0 | 528 | 198 | 206 | 58 | .. | 19.537 |

CUADRO No.13

CONTINUACION

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CALI-DESEMBOCADURA

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 10 | 8/8 | 21.00 | 1.06 | 20 | 6.5 | - | 77.3 | 986 | 266 | 458 | 62 | - | 15.568 |
| 11 | 8/9 | 01.00 | 0.74 | 23 | 6.6 | - | 104.8 | 488 | 128 | 220 | 57 | - | 14.734 |
| 12 | 8/9 | 05.00 | 0.57 | 26 | 6.4 | - | 102.5 | 548 | 112 | 278 | 55 | - | 11.100 |
| 13 | 8/10 | 09.00 | 1.28 | 26 | 6.4 | - | 47.5 | 460 | 128 | 214 | - | - | 11.552 |
| 14 | 8/10 | 13.00 | 1.18 | 24 | 6.3 | - | 88.7 | 654 | 174 | 330 | - | - | 19.886 |
| 15 | 8/10 | 17.00 | 1.13 | 21 | 6.2 | - | 73.4 | 468 | 114 | 232 | - | - | 15.758 |
| 16 | 8/10 | 21.00 | 1.06 | 22 | 6.2 | - | 47.2 | 396 | 66 | 182 | - | - | 9.506 |
| 17 | 8/11 | 01.00 | 0.74 | 23 | 6.4 | - | 91.3 | 380 | 54 | 156 | - | - | 12.836 |
| 18 | 8/11 | 05.00 | 0.57 | 23 | 6.4 | - | 130.8 | 496 | 90 | 220 | - | - | 14.165 |

CUADRO No. 14

| <u>SITIO</u> | <u>D.B.O.₅ en Lbs/día</u> |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| Canal Interceptor de Navarro | 8,025 |
| Caño Cauquita | 19,079 |
| Colector Interceptor Oriental | 13,093 |
| Canal de Drenaje Principal | 4,641 |
| Río Cali | 15,758 |
| TOTAL | 60,602 |

CUADRO No.15

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE LA QUEBRADA ARROYOHONDO

63-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 7/17 | 11.45 | 0.140 | 25 | 7.4 | 4.9 | 1.8 | 192 | 25 | 60 | 10 | .. | 47.88 |
| 2 | 9/15 | 10.00 | 0.107 | 29 | 7.2 | 5.5 | 5.6 | 222 | 16 | 52 | 12 | .. | 114.86 |

CUADRO No.16

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO YUMBO

| Muestra No. | Fecha | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------|------|----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 9/15 | -- | 0.182 | 24 | 7.4 | 0.0 | 40.3 | 544 | 16 | 198 | 20 | -- | 1.393 |

CUADRO No.17

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO GUACHAL

65-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad en Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 7/17 | 09.30 | 20.00 | 23 | 7.2 | 3.5 | 2.5 | 342 | 167 | 68 | 45 | 955 | 9.500 |
| 2 | 7/24 | 09.00 | 15.11 | 24 | 7.2 | 4.0 | 3.8 | 438 | 105 | 146 | 48 | 240,000 | 10.911 |
| 3 | 7/30 | 09.00 | 13.67 | 24 | 7.6 | 3.3 | 2.0 | 330 | 100 | 120 | 31 | 2,400 | 5.194 |
| 4 | 9/9 | 12.30 | 19.52 | 24 | 6.8 | 4.5 | 1.1 | 256 | 87 | 90 | 44 | -- | 4.079 |

CUADRO No.18

LBS DE D.B.O.₅ POR DIA ENTREGADAS AL RIO CAUCA

| <u>AFLUENTE</u> | <u>LBS/DIA</u> |
|-------------------------------|----------------|
| RIO CLARO | 263 |
| RIO PALO | 4.464 |
| RIO JAMUNDI | 470 |
| ZANJON OSCURO | 4.420 |
| RIO DESBARATADO | 1.620 |
| CANAL INTERCEPTOR DE NAVARRO | 8.025 |
| CAÑO CAUQUITA | 19.079 |
| COLECTOR INTERCEPTOR ORIENTAL | 13.093 |
| CANAL DE DRENAJE PRINCIPAL | 4.641 |
| RIO CALI | 16.503 |
| ARROYOHONDO - | 82 |
| RIO YUMBO | 1.393 |
| RIO GUACHAL | 7.421 |
| TOTAL | 80.729 |

CUADRO No.19

| <u>FACTORIA</u> | <u>D.B.O.₅ lbs/dfa</u> |
|---------------------|-----------------------------------|
| PROPAL | 129.543 |
| CARTON DE COLOMBIA | 16.282 |
| CURTIEMBRES TITAN | 2.165 |
| CEMENTOS DEL VALLE | 144 |
| ETERNIT | 10 |
| CELANESE COLOMBIANA | 175 |
| GOOD YEAR | 36 |
| TOTAL | 148.355 6 |

CUADRO No. 20

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE PROPAL-DESAGUE

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|------|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 9/23 | 12M | .422 | 31 | 10.5 | - | 1216 | 4881 | 650 | 3431 | - | - | 97.498 |
| x 2 | 9/25 | -- | .422 | - | 9.6 | - | 2437 | 4548 | 404 | 3416 | - | - | 195.398 |
| x 3 | 10/5 | -- | .422 | 23 | 8.8 | - | -- | 4804 | 1624 | 2820 | - | - | 7- |
| 4 | 10/9 | 10.00 | .422 | 30 | 10.6 | - | 1194 | 4154 | 464 | 3122 | - | - | 95.734 |

x Muestra tomada durante 24 horas.

CUADRO No. 21
ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE CURTIEMBRES TITAN-DESAGUES

| Muestra No. | Fecha 1. 969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|--------------|-------|----------------------------|-------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 9/23 | 11.05 | 0.02 | 28 | 6.9 | :: | 739 | 568 | 576 | 1143 | :: | :: | 2808 |
| 2 | 10/9 | 11.00 | 0.03 | 29 | 6.5 | :: | 267 | 3914 | 496 | 1108 | :: | :: | 1522 |

CUADRO No.22

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE CELANESE COLOMBIANA-DESAGUE

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura / °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ Lbs/dfa | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|------------------|-----|--------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 9/23 | 10.00 | 0.015 | 32 | 9.1 | - | 30.6 | 1404 | 510 | 474 | .. | .. | 87 |
| 2 | 9/23 | 10.10 | 0.015 | 32 | 9.0 | - | 38.0 | 1100 | 476 | 320 | .. | .. | 108 |
| x 3 | 9/25 | -- | 0.014 | 28.5 | 9.2 | - | 83.2 | 624 | 206 | 248 | .. | .. | 221 |
| 4 | 9/28 | -- | 0.016 | 25 | 9.1 | - | 93.7 | 624 | 258 | 204 | .. | .. | 285 |

x Muestra tomada durante 24 horas

CUADRO No. 23

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE GOOD YEAR-DESAGUE

71-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|------|----------------------------|----------------|-----|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 9/11 | 12M | 0.012 | 36 | 8.6 | -- | 28.0 | 548 | 340 | 332 | 79 | -- | 64 |
| 2 | 9/22 | 4.30 | 0.011 | 26 | 8.5 | -- | 4.5 | 479 | 101 | 130 | -- | -- | 9 |

CUADRO No. 24

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE . CEMENTOS DEL VALLE. DESAGUE

| Muestra No. | Fecha 1. 969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ lbs./dfa |
|-------------|--------------|-------|-----------------------------|-------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | 7/17 | 12.40 | 0.2 | 27 | 7.0 | -- | 4.5 | 308 | 111 | 60 | -- | -- | 171 |
| x 2 | 8/26 | 9.15 | 0.2 | -- | 7.2 | -- | 3.1 | 260 | 248 | 34 | 40 | -- | 118 |

*Muestra tomada durante 6horas consecutivas.

CUADRO No. 25
ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE ETERNIT PACIFICO-DESAGUE

| Muestra No. | Fecha | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|---------|-------|----------------------------|----------------|------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 7-17/69 | 13:30 | | 26 | 7.4 | " | " | 852 | 596 | 264 | " | " | " |
| 2 | 10-6/69 | " | " | 26 | 12.3 | " | " | 6162 | 890 | 928 | " | " | " |
| 3 | 4-23/70 | 15.00 | 0.001 | " | " | " | 91.6 | 1434 | 1511 | 2052 | " | " | 3 |
| 4 | 4-23/70 | 18.00 | 0.001 | " | " | " | 16.6 | 1204 | 1329 | 1584 | " | " | 17 |

CUADRO No.26

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE CARTON DE COLOMBIA

74-

| Muestra No. | Fecha | Hora | Flujo , m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | O.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs./dia |
|-------------|---------|------|-----------------------------|----------------|------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 9/23/69 | 13 | 0.149 | 35 | 6.8 | -- | 154.5 | 1004 | 644 | 28 | . | . | 4.373 |
| 2 | 9/23/69 | 14 | 0.065 | 36 | 7.8 | -- | 40.1 | 654 | 326 | 130 | . | . | 495 |
| 3 | 9/23/69 | 15 | 0.040 | 33 | 4.5 | -- | 77.5 | 826 | 378 | 168 | . | . | 589 |
| 4 | 9/28/69 | -- | -- | 25 | 10.5 | -- | 27.550.0 | 14344 | 4148 | 10.177 | . | . | 523 |

1- Proviene del Molino #1

2- Proviene del Molino #2

3- Proviene del Molino #3

4- Licor negro-Salen 5Lt/seg.durante 5 minutos. Cada 3 horas.

CUADRO No.26

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE CARTON DE COLOMBIA
CONTINUACION/

75-

| Muestra No. | Fecha | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|---------|------|-----------------------------|----------------|----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 5 | 7/17/69 | 14 | 0.060 | 47 | 12 | 68.4 | 1.100 | 535 | 398 | | | | .779 |
| 6 | 5/2/70 | 12 | 0.030 | 46 | -- | 1348.0 | -- | -- | -- | | | | 7.683 |
| 7 | 5/2/70 | 12 | 0.030 | 35 | -- | 308.0 | -- | -- | -- | | | | 1.755 |

5- Proviene del Molino #4

6- Agua de Calderas mezclada con licor negro.

7- Proviene de la planta de pulpa más desagües del barrio la Estancia.

CUADRO No. 27CAUDAL DEL RIO CAUCA EN "LA BOLSA" en m³/seg. AÑO 1.969

| <u>FECHA</u> | <u>JULIO</u> | <u>AGOSTO</u> | <u>SEPTIEMBRE</u> | <u>OCTUBRE</u> |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|----------------|
| 1 | 152 | 71 | 66 | 131 |
| 2 | 164 | 76 | 66 | 206 |
| 3 | 237 | 69 | 65 | 248 |
| 4 | 171 | 66 | 63 | 236 |
| 5 | 154 | 66 | 60 | 229 |
| 6 | 144 | 64 | 60 | 206 |
| 7 | 129 | 73 | 60 | 158 |
| 8 | 128 | 76 | 57 | 154 |
| 9 | 118 | 98 | 56 | 210 |
| 10 | 117 | 106 | 55 | 177 |
| 11 | 114 | 99 | 55 | 186 |
| 12 | 118 | 90 | 53 | 192 |
| 13 | 118 | 84 | 59 | 168 |
| 14 | 100 | 69 | 58 | 226 |
| 15 | 96 | 66 | 56 | 238 |
| 16 | 92 | 66 | 54 | 245 |
| 17 | 92 | 74 | 54 | 307 |
| 18 | 143 | 73 | 57 | 278 |
| 19 | 117 | 76 | 61 | 213 |
| 20 | 118 | 69 | 94 | 171 |
| 21 | 104 | 69 | 99 | 201 |
| 22 | 92 | 78 | 89 | 230 |
| 23 | 86 | 94 | 70 | 215 |
| 24 | 105 | 102 | 77 | 384 |
| 25 | 90 | 125 | 83 | 443 |
| 26 | 90 | 98 | 129 | 370 |
| 27 | 108 | 90 | 96 | 359 |
| 28 | 123 | 77 | 130 | 314 |
| 29 | 90 | 80 | 191 | 298 |
| 30 | 80 | 70 | 198 | 264 |
| 31 | 78 | 70 | - | 258 |
| Promedio | 118 | 80 | 79 | 242 |

CUADRO No.28CAUDAL DEL RIO CAUCA EN "JUANCHITO" en m³/seg. AÑO 1.969

| <u>FECHA</u> | <u>JULIO</u> | <u>AGOSTO</u> | <u>SEPTIEMBRE</u> | <u>OCTUBRE</u> |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|----------------|
| 1 | 195 | 101 | 79 | 205 |
| 2 | 203 | 106 | 76 | 300 |
| 3 | 250 | 94 | 74 | 257 |
| 4 | 298 | 97 | 73 | 349 |
| 5 | 230 | 115 | 61 | 343 |
| 6 | 194 | 112 | 63 | 400 |
| 7 | 176 | 96 | 64 | 259 |
| 8 | 171 | 91 | 62 | 225 |
| 9 | 172 | 100 | 56 | 265 |
| 10 | 168 | 126 | 52 | 273 |
| 11 | 150 | 131 | 52 | 224 |
| 12 | 146 | 118 | 52 | 247 |
| 13 | 153 | 103 | 55 | 249 |
| 14 | 132 | 91 | 55 | 276 |
| 15 | 124 | 87 | 52 | 327 |
| 16 | 119 | 88 | 52 | 422 |
| 17 | 121 | 93 | 50 | 396 |
| 18 | 141 | 100 | 58 | 367 |
| 19 | 158 | 95 | 63 | 285 |
| 20 | 139 | 87 | 100 | 245 |
| 21 | 133 | 80 | 104 | 224 |
| 22 | 118 | 78 | 113 | 290 |
| 23 | 104 | 105 | 94 | 276 |
| 24 | 127 | 99 | 77 | 363 |
| 25 | 120 | 112 | 97 | 519 |
| 26 | 109 | 137 | 105 | 492 |
| 27 | 128 | 118 | 129 | 446 |
| 28 | 147 | 104 | 143 | 471 |
| 29 | 148 | 93 | 187 | 416 |
| 30 | 115 | 95 | 283 | 368 |
| 31 | 102 | 87 | - | 338 |
| Promedio | 155 | 101 | 86 | 326 |

CUADRO No. 29CAUDAL DEL RIO CAUCA EN "MEDIACANOA" en m³/seg. AÑO 1.969

| <u>FECHA</u> | <u>JULIO</u> | <u>AGOSTO</u> | <u>SEPTIEMBRE</u> | <u>OCTUBRE</u> |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|----------------|
| 1 | 238 | 114 | 96 | 325 |
| 2 | 243 | 110 | 90 | 291 |
| 3 | 257 | 113 | 86 | 358 |
| 4 | 338 | 105 | 84 | 399 |
| 5 | 311 | 115 | 80 | 431 |
| 6 | 258 | 123 | 73 | 497 |
| 7 | 226 | 115 | 70 | 426 |
| 8 | 212 | 105 | 68 | 315 |
| 9 | 206 | 102 | 72 | 303 |
| 10 | 205 | 115 | 66 | 348 |
| 11 | 191 | 135 | 62 | 314 |
| 12 | 180 | 141 | 60 | 311 |
| 13 | 179 | 125 | 60 | 325 |
| 14 | 182 | 110 | 62 | 305 |
| 15 | 164 | 101 | 63 | 373 |
| 16 | 153 | 98 | 60 | 448 |
| 17 | 145 | 99 | 58 | 472 |
| 18 | 150 | 104 | 59 | 460 |
| 19 | 174 | 109 | 68 | 399 |
| 20 | 184 | 101 | 80 | 328 |
| 21 | 165 | 95 | 111 | 289 |
| 22 | 158 | 90 | 119 | 315 |
| 23 | 139 | 91 | 117 | 366 |
| 24 | 130 | 112 | 107 | 379 |
| 25 | 153 | 114 | 100 | 537 |
| 26 | 143 | 123 | 114 | 561 |
| 27 | 134 | 141 | 124 | 570 |
| 28 | 152 | 125 | 154 | 563 |
| 29 | 168 | 114 | 216 | 533 |
| 30 | 162 | 110 | 275 | 481 |
| 31 | 135 | 105 | - | 439 |
| Promedio | 188 | 112 | 95 | 402 |

CUADRO No. 30CAUDAL DEL RIO CAUCA EN "LA VICTORIA" en m³/seg. AÑO 1.969

| <u>FECHA</u> | <u>JULIO</u> | <u>AGOSTO</u> | <u>SEPTIEMBRE</u> | <u>OCTUBRE</u> |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|----------------|
| 1 | 317 | 172 | 138 | 312 |
| 2 | 294 | 154 | 134 | 422 |
| 3 | 298 | 148 | 126 | 387 |
| 4 | 323 | 147 | 117 | 518 |
| 5 | 366 | 147 | 113 | 532 |
| 6 | 387 | 139 | 109 | 585 |
| 7 | 324 | 151 | 106 | 564 |
| 8 | 281 | 151 | 105 | 549 |
| 9 | 257 | 147 | 99 | 475 |
| 10 | 247 | 139 | 96 | 442 |
| 11 | 242 | 138 | 96 | 430 |
| 12 | 235 | 156 | 91 | 467 |
| 13 | 222 | 168 | 87 | 426 |
| 14 | 197 | 166 | 85 | 419 |
| 15 | 212 | 150 | 83 | 407 |
| 16 | 203 | 141 | 84 | 519 |
| 17 | 188 | 137 | 84 | 573 |
| 18 | 182 | 135 | 83 | 589 |
| 19 | 176 | 136 | 90 | 561 |
| 20 | 189 | 146 | 111 | 515 |
| 21 | 210 | 140 | 111 | 451 |
| 22 | 199 | 140 | 122 | 425 |
| 23 | 186 | 134 | 155 | 481 |
| 24 | 174 | 126 | 150 | 527 |
| 25 | 157 | 138 | 154 | 596 |
| 26 | 158 | 148 | 141 | 619 |
| 27 | 169 | 156 | 145 | 666 |
| 28 | 161 | 161 | 161 | 678 |
| 29 | 160 | 171 | 203 | 663 |
| 30 | 177 | 160 | 294 | 652 |
| 31 | 189 | 144 | - | 602 |
| Promedio | 228 | 148 | 122 | 518 |

CUADRO No. 31

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO CLARO

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|-------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1 | 7/9 | 10.30 | 118.0 | 20 | 6.9 | 6.7 | 0.8 | 64 | 58 | 10 | 40 | 24,000 | 17,936 |
| 2 | 7/14 | 10.30 | 100.0 | 21 | 6.8 | 6.3 | 0.5 | 169 | 65 | 28 | 30 | 2,400 | 9,500 |
| 3 | 7/25 | 09.40 | 90.0 | 20 | 6.9 | 6.4 | 1.5 | 108 | 42 | 30 | 35 | 2,400,000 | 25,650 |
| 4 | 8/19 | 12.00 | 76.0 | 22 | 6.8 | 6.5 | 1.4 | 128 | 60 | 52 | 37 | -- | 20,938 |
| 5 | 9/8 | 09.30 | 57.0 | 23 | 6.8 | 6.4 | 0.5 | 134 | 59 | 22 | 20 | -- | 5,956 |
| 6 | 10/15 | 10.00 | 238.0 | 21 | 6.7 | 6.5 | 2.6 | 357 | 306 | 45 | 180 | -- | 119,833 |

CUADRO No. 32

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO PALO

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 7/9 | 12.00 | 120.0 | 21 | 6.8 | 6.6 | 1.1 | 86 | 70 | 14 | 40 | 24.000 | 25.080 |
| 2 | 7/14 | 12.30 | 102.0 | 22 | 6.8 | 6.1 | 1.1 | 158 | 78 | 46 | 35 | 240 | -- |
| 3 | 7/25 | 11.45 | 92.0 | 20 | 6.9 | 6.1 | 1.7 | 104 | 65 | 32 | 40 | 24.000 | 29.716 |
| 4 | 8/19 | 09.00 | 78.0 | 23 | 7.0 | 6.4 | 1.1 | 138 | 39 | 66 | 45 | 24.000 | 16.302 |
| 5 | 9/8 | 11.00 | 59.0 | 22 | 6.4 | 6.1 | 0.5 | 244 | 134 | 48 | 50 | -- | 6.165 |
| 6 | 10/15 | 11.00 | 240.0 | 21 | 6.8 | 6.4 | 3.2 | 406 | 351 | 54 | 150 | -- | 145.920 |

CUADRO No. 33

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO JAMUNDI

| Muestra No. | Fecha 1. 969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil ng/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ g | Lbs/día. |
|-------------|--------------|-------|----------------------------|----------------|-----|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|----------|
| 1 | 7/9 | 13.00 | 168.0 | 22 | 6.9 | 6.5 | 1.0 | 188 | 78 | 62 | 45 | 24.000 | | 31.920 |
| 2 | 7/25 | 12.55 | 117.6 | 22 | 7.0 | 5.9 | 1.4 | 122 | 74 | 38 | 50 | 2.400 | | 31.334 |
| 3 | 8/19 | 10.30 | 85.0 | 24 | 7.4 | 6.0 | 0.3 | 160 | 54 | 62 | 34 | 2.400,000 | | 5.652 |
| 4 | 9/8 | 13.00 | 59.0 | 26 | 6.9 | 6.2 | 0.6 | 214 | 106 | 38 | 40 | -- | | 6,726 |
| 5 | 10/15 | 12.00 | 320.0 | 22 | 6.9 | 6.1 | 2.4 | 444 | 373 | 70 | 150 | -- | | 148,960 |

CUADRO No. 34

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO DESBARATADO

83-

| Muestra No. | Fecha | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|-------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 7/25 | 15.00 | 120.0 | 22 | 7.0 | 5.7 | 2.0 | 128 | 62 | 28 | 60 | 24.000 | 45.600 |

CUADRO No.35

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL ZANJON OSCURO

| Muestra No. | Fecha | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|-------|-------|-----------------------------|----------------|-----|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 7/25 | 14.10 | 120.0 | 22 | 6.9 | 5.8 | 1.8 | 270 | 83 | 50 | 60 | 24,000 | 41,040 |

CUADRO No. 36

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL CANAL DE NAVARRO

| Muestra No. | Fecha 1, 969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. ₅ mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|--------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 7/9 | 15.00 | 172.3 | 23 | 6.9 | 6.3 | 0.9 | 238 | 67 | 42 | 65 | 24,000 | 29.463 |
| 2 | 7/24 | 13.30 | 141.2 | 24 | 6.7 | 6.0 | 1.0 | 344 | 68 | 102 | 35 | 24,000 | 26.828 |
| 3 | 7/30 | 12.45 | 128.0 | 21 | 7.0 | 5.7 | 0.9 | 158 | 79 | 42 | 95 | 24,000 | 21.888 |
| 4 | 8/19 | 14.00 | 88.0 | 24 | 6.8 | 5.8 | 1.4 | 192 | 47 | 68 | 34 | 240,000 | 23.408 |

CUADRO No. 37

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN BOCATOMA EMCALI.

| Muestra No. | Fecha 1. 969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs./dfa. |
|-------------|--------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | 7/17 | 13.30 | 120.7 | 23 | 6.9 | 6.4 | 1.1 | 136 | 50 | 28 | 35 | 240.000 | 25.226 |
| 2 | 7/24 | 12.40 | 126.7 | 23 | 6.9 | 4.3 | . | 314 | 84 | 68 | 30 | 240.000 | .. |
| 3 | 7/30 | 12.00 | 114.7 | 22 | 6.9 | 5.4 | 0.7 | 160 | 28 | 36 | 50 | 2.400.000 | 16.344 |

CUADRO No. 38

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO CALI

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 7/17 | 11.30 | 121.3 | 22 | 6.7 | 6.1 | 5.0 | 166 | 77 | 22 | 45 | 2.400.000 | 115.235 |
| 2 | 7/24 | 11.15 | 127.3 | 23 | 6.9 | 4.4 | . | 254 | 45 | 96 | 62 | 24.000 | .. |
| 3 | 7/30 | 11.00 | 115.3 | 22 | 6.7 | 5.0 | 0.7 | 138 | 51 | 36 | 40 | 240.000 | 15.334 |
| 4 | 8/20 | 09.00 | 87.3 | 23 | 7.0 | 5.0 | 1.2 | 150 | 32 | 34 | 30 | 2.400.000 | 20.733 |

CUADRO N^o. 39

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN PUERTO ISAACS

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 7/17 | 10.30 | 122.0 | 23 | 6.9 | 4.5 | 3.4 | 188 | 67 | 48 | 35 | 240.000 | 78.812 |
| 2 | 7/24 | 10.00 | 128.0 | 23 | 7.0 | 3.3 | 8.3 | 238 | 31 | 104 | 40 | 240.000 | 201.856 |
| 3 | 7/30 | 09.40 | 116.0 | 22 | 6.8 | 3.0 | 8.3 | 154 | 28 | 36 | -- | 2.400.000 | 182.932 |
| 4 | 8/20 | 09.30 | 88.0 | 24 | 6.9 | 2.5 | 11.0 | 178 | 62 | 48 | 30 | 2.400.000 | 183.920 |
| 5 | 9/5 | 04.10 | 61.6 | 27 | 6.9 | 0.5 | 8.2 | 186 | 62 | 58 | 15 | 2.400.000 | 95.972 |
| 6 | 9/9 | 11.00 | 56.6 | 25 | 6.8 | 1.3 | 8.4 | 410 | 241 | 236 | 30 | -- | 90.656 |
| 7 | 9/13 | 09.00 | 55.6 | 27 | 6.9 | 0.2 | 23.9 | 400 | 440 | 230 | 23 | -- | 252.479 |

CUADRO No.40

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO GUACHAL

89-

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes Unidades | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|
| 1 | 7/17 | 09.15 | 122.2 | 23 | 6.8 | 2.6 | 3.1 | 220 | 61 | 54 | 25 | 24,000 | 71,976 |
| 2 | 7/24 | 09.00 | 128.2 | 23 | 7.0 | 1.4 | 4.3 | 216 | 42 | 100 | 60 | 2,400,000 | 104,739 |
| 3 | 7/30 | 08.50 | 116.2 | 22 | 6.7 | 2.05 | 5.3 | 212 | 82 | 56 | 30 | 240,000 | 117,013 |
| 4 | 8/20 | 10.30 | 88.2 | 23 | 6.8 | 1.25 | 12.3 | 198 | 62 | 88 | 30 | 2,400,000 | 206,123 |
| 5 | 9/5 | 15.50 | 61.8 | 27 | 6.8 | 0.10 | 9.9 | 204 | 88 | 74 | 24 | 2,400,000 | 116,245 |
| 6 | 9/9 | 12.00 | 56.8 | 22 | 6.9 | 0.0 | 13.4 | 220 | 74 | 70 | 23 | -- | 144,612 |

CUADRO No.41

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN EL PASO DE LA TORRE

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 7/11 | 16.30 | 191.0 | 24 | 7.0 | -- | -- | 230 | 95 | 68 | 70 | 33.000 | -- |
| 2 | 7/16 | 14.30 | 153.0 | 23 | 7.1 | 2.0 | 4.3 | 239 | 49 | 55.5 | 50 | 87.000 | 125.001 |
| 3 | 7/23 | 14.30 | 139.0 | 24 | 7.0 | 1.4 | 2.8 | 432 | 71 | 254 | 62 | 115.000 | 73.948 |
| 4 | 7/28 | 15.00 | 130.0 | 23 | 6.9 | 1.7 | 4.8 | 208 | 84 | 162 | 52 | 32.500 | 118.560 |
| 5 | 8/20 | 11.00 | 100.0 | 24 | 6.8 | 0.7 | 12.3 | 146 | 19 | 32 | 30 | 84.500 | 233.700 |
| 6 | 9/5 | 15.10 | 72.0 | 27 | 6.8 | 0.1 | 10.2 | 182 | 72 | 78 | 21 | 100.000 | 139.536 |
| 7 | 9/9 | 13.30 | 68.0 | 25 | 6.9 | 0.0 | 6.7 | 160 | 75 | 28 | 30 | -- | 86.564 |
| 8 | 9/13 | 09.00 | 60.0 | 26 | 6.9 | 0.0 | 23.8 | 150 | 140 | 28 | 20 | -- | 271.320 |

CUADRO No. 42

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN TAYPA

| Muestra No. | Fecha 1. 969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|--------------|------|-----------------------------|----------------|-----|------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 7/11 | -- | 191.0 | 23 | 6.8 | - | -- | 338. | 168 | 80 | 80 | 24.000 | -- |
| 2 | 7/16 | -- | 153.0 | 24 | 7.0 | 2.2 | 3.0 | 447.5 | 89 | 86.5 | 55 | 240.000 | 87.210 |
| 3 | 7/23 | -- | 139.0 | 24 | 6.9 | 0.7 | 2.3 | 270 | 80 | 120 | 60 | 240.000 | 60.743 |
| 4 | 7/28 | -- | 152.0 | 23 | 6.9 | 0.2 | 4.9 | 296 | 19 | 114 | 56 | 2.400.000 | 141.512 |
| 5 | 9/5 | -- | 80.0 | 27 | 6.8 | 0.2 | 5.3 | 184 | 60 | 86 | 27 | -- | 80.560 |
| 6 | 9/10 | -- | 66.0 | 24 | 6.9 | 0.5 | 2.5 | 206 | 100 | 94 | 40 | -- | 31.350 |

CUADRO No.43

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN VIJES

92-

| Muestra No. | Fecha 1,969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 7/11 | 15.30 | 191.0 | 24 | 7.0 | -- | -- | 214 | 82 | 60 | 55 | 240,000 | -- |
| 2 | 7/16 | 13.20 | 153.0 | 23 | 7.0 | 1.7 | 5.7 | 334 | 58 | 78 | 50 | 240,000 | 165,699 |
| 3 | 7/23 | 15.00 | 139.0 | 24 | 6.9 | 1.0 | 2.5 | 540 | 78 | 100 | 60 | 240,000 | 66,025 |
| 4 | 7/28 | 13.45 | 152.0 | 23 | 6.9 | 1.1 | 4.5 | 226 | 75 | 44 | 44 | 24,000 | 129,960 |
| 5 | 9/5 | 14.25 | 80.0 | 28 | 6.8 | 0.0 | 8.0 | 232 | 86 | 120 | 27 | 2,400,000 | 121,600 |
| 6 | 9/10 | 09.30 | 66.0 | 25 | 6.9 | 0.0 | 8.9 | 236 | 36 | 126 | 17 | -- | 130,606 |

CUADRO No. 44
ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN YARUMAL

| Muestra No. | Fecha 1. 969 | Hora | Flujo, m ³ /s eg. | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|--------------|-------|------------------------------|----------------|-----|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | 7/11 | 12.10 | 191.0 | 24 | 7.0 | -- | -- | 292 | 124 | 40 | 70 | 24.000 | -- |
| 2 | 7/16 | 11.30 | 153.0 | 24 | 7.0 | 1.7 | 5.5 | 455 | 19 | 104 | 35 | 2.400 | 159.885 |
| 3 | 7/23 | -- | 139.0 | 24 | 6.8 | 1.1 | 1.9 | 212 | 46 | 28 | 50 | 24.000 | 50.179 |
| 4 | 7/28 | 11.00 | 152.0 | 24 | 6.8 | 1.0 | 2.2 | 186 | 27 | 50 | 40 | 24.000 | 63.536 |
| 5 | 9/5 | 13.10 | 80.0 | 28 | 6.8 | 0.7 | 4.9 | 182 | 64 | 76 | 17 | 2.400.000 | 74.480 |
| 6 | 9/10 | 12.00 | 66.0 | 25 | 6.9 | 0.3 | 1.7 | 212 | 114 | 104 | 21 | -- | 21.318 |
| 7 | 9/17 | -- | 58.0 | 26 | 6.9 | 0.0 | 11.5 | 202 | 50 | 100 | 21 | -- | 126.730 |

CUADRO No.45

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN MEDIACANOA

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | 7/11 | 10.30 | 191.0 | 23 | 6.9 | 2.0 | -- | 208 | 87 | 66 | 50 | 2.400 | -- |
| 2 | 7/16 | 10.45 | 153.0 | 23 | 7.0 | 1.0 | 3.0 | 112 | 60 | 33 | 50 | 240.000 | 87.210 |
| 3 | 7/23 | 11.00 | 139.0 | 24 | 6.9 | 1.0 | 2.3 | 230 | 92 | 54 | 56 | 24.000 | 60.743 |
| 4 | 7/28 | 11.30 | 152.0 | 23 | 6.9 | 0.9 | 4.0 | 218 | 71 | 38 | -- | 240.000 | 115.520 |
| 5 | 9/6 | 12.30 | 73.0 | 26 | 6.9 | 0.4 | 5.4 | 202 | 76 | 74 | 24 | 2.400.000 | 74.898 |
| 6 | 9/10 | 13.00 | 66.0 | 25 | 6.9 | 0.2 | 1.9 | 228 | 168 | 96 | 21 | -- | 23.826 |
| 7 | 9/16 | 13.00 | 60.0 | 26 | 6.9 | 0.0 | 10.5 | 218 | 32 | 38 | 24 | -- | 119.700 |

CUADRO No.46
ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN PUERTO VIEJO-TUZUA

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O.5 mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O.5 Lbs/día. |
|-------------|-------------|-------|----------------------------|----------------|-----|------------|--------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 8/29 | 12.00 | 153.0 | 24 | 6.8 | 1.7 | 4.0 | 460 | 74 | 218 | 56 | .. | 116,280 |
| 2 | 9/5 | 11.15 | 121.0 | 27 | 6.9 | 1.3 | 5.2 | 192 | 82 | 96 | 21 | 24.000 | 119,548 |

CUADRO No. 47

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN GUAYABAL -ZARZAL

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ lbs/día. |
|-------------|-------------|------|-----------------------------|----------------|----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
|-------------|-------------|------|-----------------------------|----------------|----|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------|---------|
| 1 | 8/29 | 10.30 | 171.0 | 25 | 7.0 | 2.9 | 3.3 | 438 | 108 | 266 | 56 | -- | 107.217 |
| 2 | 9/5 | 09.30 | 96.0 | 26 | 6.9 | 2.5 | 1.0 | 194 | 84 | 76 | 21 | 24.000 | 18.240 |

CUADRO No. 48

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN LA VICTORIA

| Muestra No. | Fecha l. 969 | Hora | Fluj ³ , m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|--------------|-------|--|----------------|-----|------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 8/29 | 09.00 | 171.0 | 24 | 7.1 | 3.0 | 1.6 | 280 | 116 | 124 | 56 | .. | 51.984 |
| 2 | 9/5 | 08.25 | 113.0 | 26 | 6.9 | 3.2 | 1.6 | 190 | 30 | 72 | 27 | .. | 34.352 |

CUADRO No. 49

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN ANACARO-CARTAGO

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH. | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | 8/29 | 08.00 | 168.0 | 25 | 7.1 | 3.4 | 2.3 | 390 | 62 | 228 | 44 | .. | 73.416 |
| 2 | 9/5 | 06.50 | 114.0 | 27 | 7.2 | 3.9 | 0.8 | 214 | 49 | 72 | 27 | 24.000 | 17.328 |

CUADRO No.50

ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN LA VIRGINIA

| Muestra No. | Fecha 1.969 | Hora | Flujo, m ³ /seg. | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/dfa. |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------|----------------|-----|------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 8/29 | 06.45 | 214.0 | 26 | 7.1 | 4.2 | 1.2 | 244 | 122 | 44 | 48 | -- | 48.792 |
| 2 | 9/5 | 06.00 | 137.0 | 26 | 6.9 | 4.2 | 0.8 | 200 | 110 | 66 | 27 | 240.000 | 20.824 |

CUADRO No.51

RESUMEN DE ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN LAS 20 ESTACIONES DE MUESTREO

| Estación de Muestreo No. | Localización | Temperatura °C | pH | Ó.D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/día. |
|--------------------------|-----------------|----------------|------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | Río Claro | 21.3 | 6.81 | 6.46 | 1.24 | 160 | 98 | 31 | 57 | 808,800 | 33,302 |
| 2 | Río Palo | 21.6 | 6.78 | 6.29 | 1.53 | 189 | 123 | 43 | 70 | 18,060 | 44,637 |
| 3 | Río Jamundi | 23.2 | 7.02 | 6.15 | 1.16 | 226 | 137 | 54 | 24 | 808,800 | 44,918 |
| 4 | Zanjón Oscuro | 22.0 | 6.90 | 5.80 | 1.80 | 270 | 83 | 50 | 60 | 24,000 | 41,040 |
| 5 | Río Desbaratado | 22.0 | 7.00 | 5.70 | 2.00 | 128 | 62 | 28 | 60 | 24,000 | 45,600 |
| 6 | Canal Navarro | 23.0 | 6.85 | 5.95 | 1.05 | 233 | 65 | 63 | 57 | 78,000 | 25,397 |
| 7 | Bocatoma EMCALI | 22.6 | 6.90 | 5.36 | 0.92 | 203 | 54 | 44 | 38 | 960,000 | 20,785 |
| 8 | Río Cali | 22.5 | 6.82 | 5.00 | 2.31 | 177 | 51 | 47 | 44 | 1,266,000 | 50,434 |
| 9 | Puerto Isaacs. | 24.5 | 6.88 | 2.18 | 10.21 | 250 | 133 | 108 | 29 | 1,536,000 | 155,232 |
| 10 | Río Guachal | 23.5 | 6.83 | 1.23 | 8.05 | 212 | 68 | 74 | 32 | 1,492,800 | 126,784 |

CUADRO No. 51

CONTINUACION

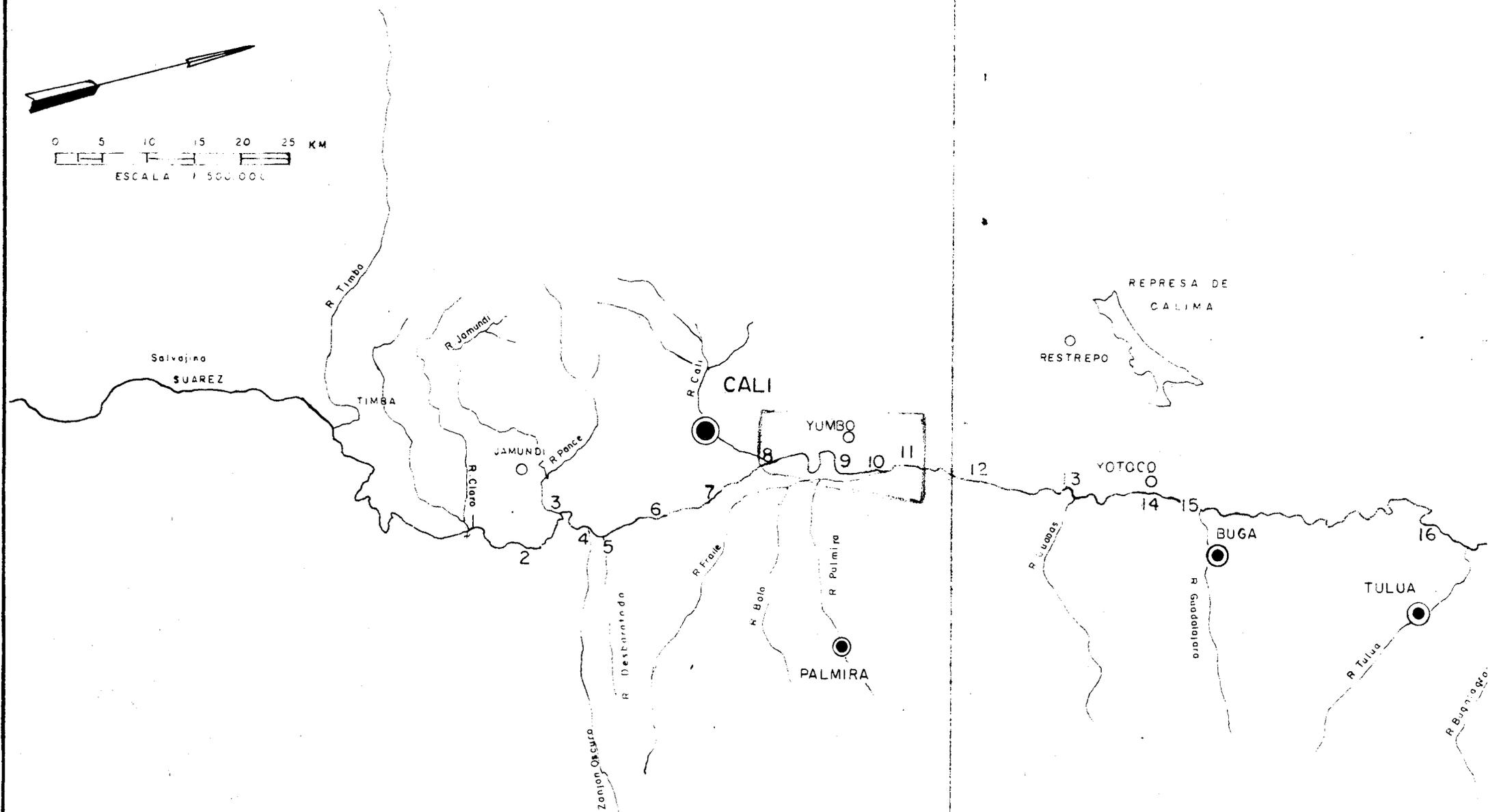
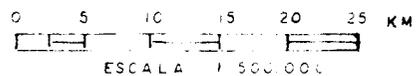
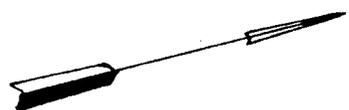
RESUMEN DE ANALISIS DE LAS MUESTRAS DEL RIO CAUCA EN LAS 20 ESTACIONES DE MUESTREO

101.

| Estación de Muestreo No. | Localización | Temperatura °C | pH | O. D. mg/l | D.B.O. ₅ mg/l | Residuo por evaporación mg/l | Materia Suspendida mg/l | Materia Volátil mg/l | Turbiedad Unidades | Coliformes N.M.P. | D.B.O. ₅ Lbs/cfa. |
|--------------------------|------------------|----------------|------|---------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 11 | Paso de la Torre | 24.6 | 6.92 | 0.83 | 9.27 | 218 | 75 | 88 | 42 | 75.333 | 149.805 |
| 12 | Vijes | 24.5 | 6.91 | 0.76 | 5.92 | 297 | 69 | 88 | 42 | 628.800 | 122.778 |
| 13 | Taypa | 24.2 | 6.88 | 0.76 | 3.60 | 290 | 76 | 97 | 53 | 726.000 | 80.275 |
| 14 | Yarumal | 25.0 | 6.88 | 0.80 | 4.61 | 249 | 63 | 72 | 36 | 499.680 | 82.688 |
| 15 | Mediacanoa | 24.5 | 6.91 | 0.78 | 4.51 | 202 | 84 | 57 | 37 | 581.280 | 80.316 |
| 16 | Puerto Viejo | 25.5 | 6.85 | 1.50 | 4.60 | 326 | 78 | 157 | 38 | 24.000 | 117.914 |
| 17 | Guayabal | 25.5 | 6.95 | 2.70 | 2.15 | 316 | 96 | 171 | 38 | 24.000 | 62.728 |
| 18 | La Victoria | 25.0 | 7.00 | 3.10 | 1.60 | 235 | 73 | 98 | 41 | -- | 43.168 |
| 19 | Anacaro | 26.0 | 7.15 | 3.65 | 1.55 | 302 | 55 | 150 | 35 | -- | 45.372 |
| 20 | La Virginia | 26.2 | 7.00 | 4.20 | 1.00 | 222 | 116 | 55 | 37 | -- | 34.808 |

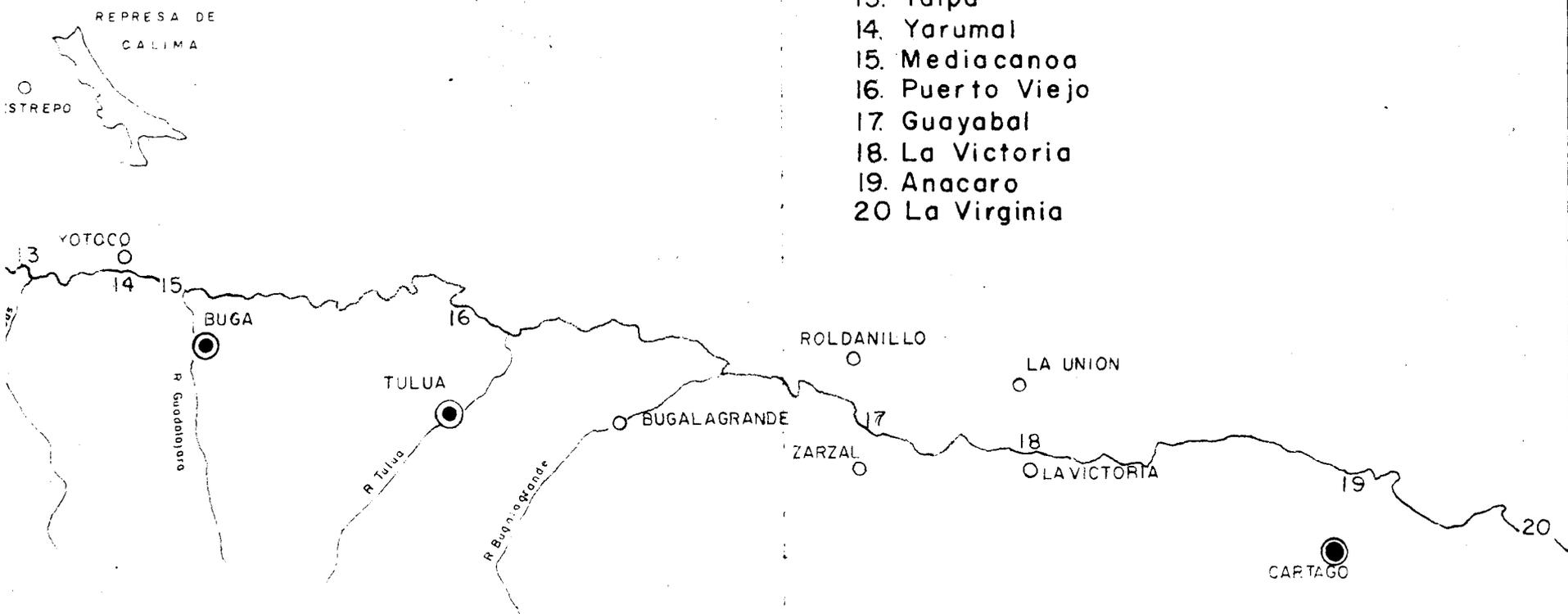
CUADRO No.58

| <u>ESTACION</u> | <u>FLUJO, m³/seg.</u> | <u>O/D, mg/l</u> | <u>D.B.O.₅ mg/l</u> | <u>N.M.P. COLIFORMES</u> |
|-----------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1 | 131, | 6.4 | 1.23 | 2,400 |
| 2 | 130.3 | 6.2 | 1.81 | 24,000 |
| 3 | 124 | 6.1 | 0.91 | 808,800 |
| 4 | 120 | 5.8 | 1.80 | 24,000 |
| 5 | 120, | 5.7 | 2.00 | 24,000 |
| 6 | 129.4 | 5.9 | 1.06 | 96,200 |
| 7 | 120.7 | 5.3 | 0.92 | 960,000 |
| 8 | 121.3 | 6.1 | 2.85 | 988,000 |
| 9 | 122, | 3.6 | 6.66 | 960,000 |
| 10 | 122.2 | 3.0 | 4.23 | 888,000 |
| 11 | 131 | 0.9 | 7.50 | 55,100 |
| 12 | 132 | 0.6 | 2.40 | 132,000 |
| 13 | 132 | 1.0 | 5.70 | 240,000 |
| 14 | 132 | 0.7 | 1.80 | 24,000 |
| 15 | 130 | 1.5 | 6.40 | 13,200 |
| 16 | 137 | 1.5 | 4.60 | 24,000 |
| 17 | 133 | 2.7 | 2.15 | 24,000 |
| 18 | 142 | 3.1 | 1.60 | -- |
| 19 | 141 | 3.65 | 1.55 | 24,000 |
| 20 | 137 | 4.2 | 0.80 | 240,000 |



Rio Cauca en :

1. Rio Claro
2. Rio Palo
3. Rio Jamundi
4. Zanjon Oscuro
5. Rio Desbaratado
6. Canal Interc. de Navarro
7. Bocatoma de EMCALI
8. Rio Cali
9. Puerto Isaacs
10. Rio Guachal
11. Paso de la Torre
12. Rio Vijes
13. Taipa
14. Yarumal
15. Mediacanao
16. Puerto Viejo
17. Guayabal
18. La Victoria
19. Anacaro
20. La Virginia



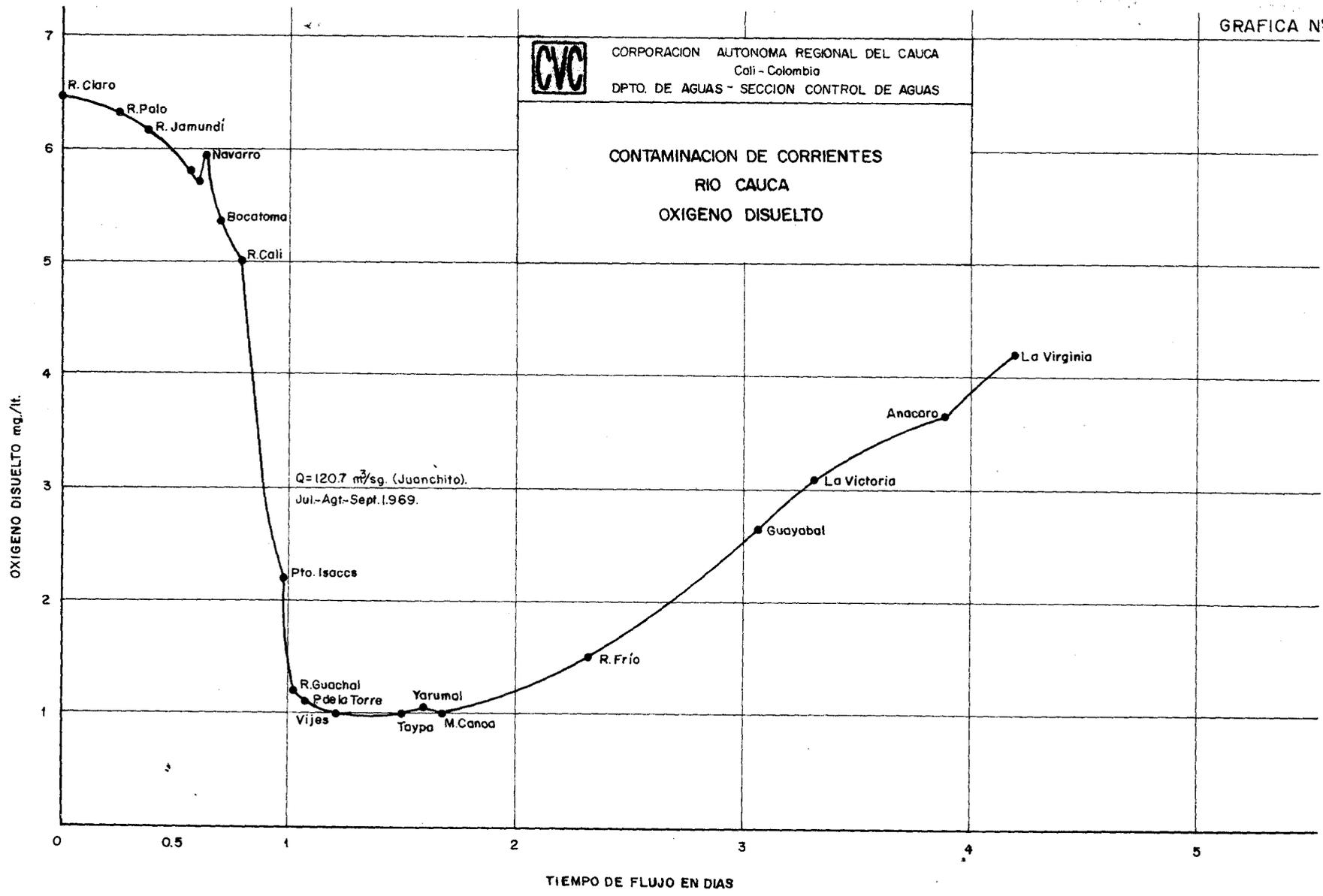
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cauca - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

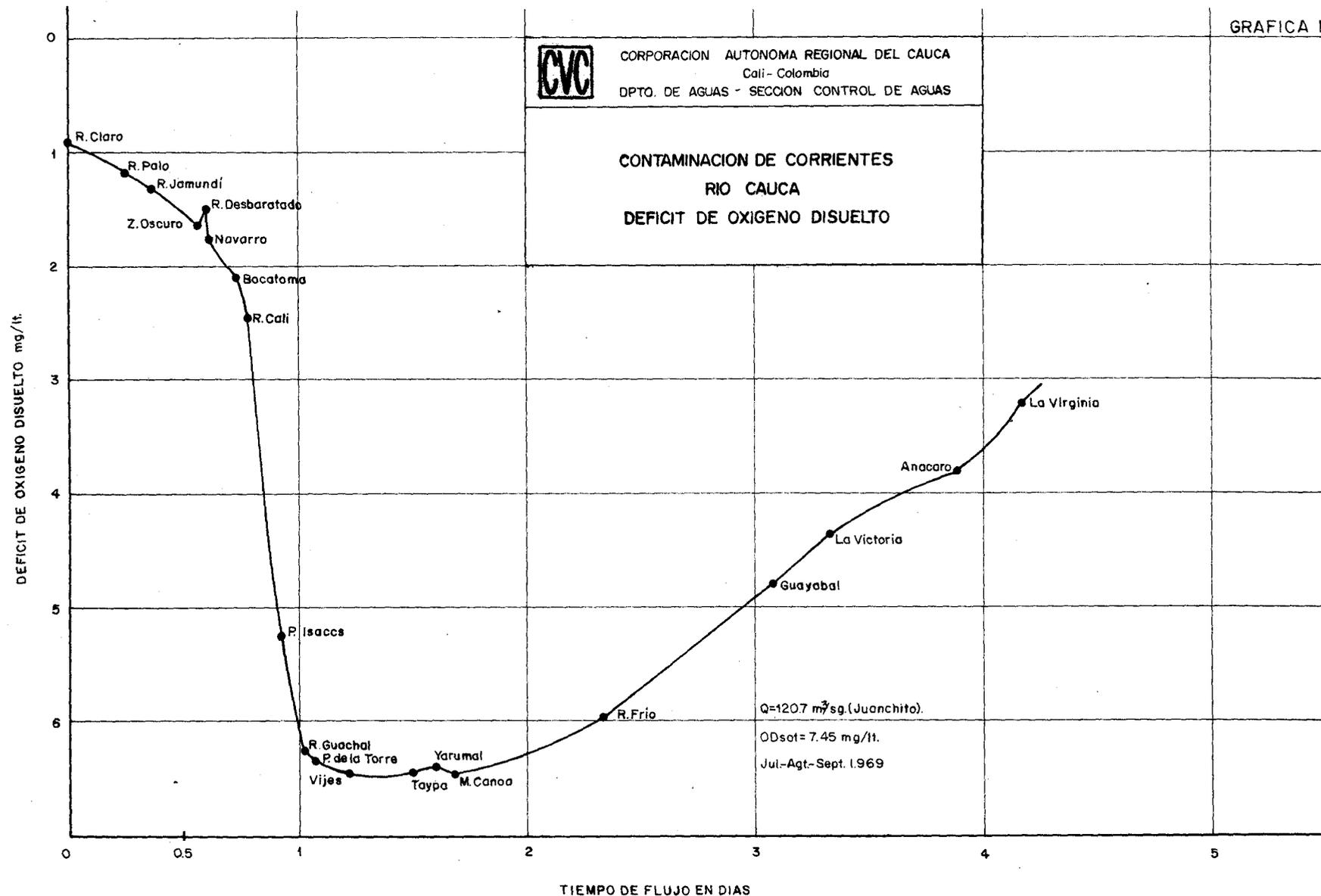
CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
OXIGENO DISUELTO





CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
DEFICIT DE OXIGENO DISUELTO

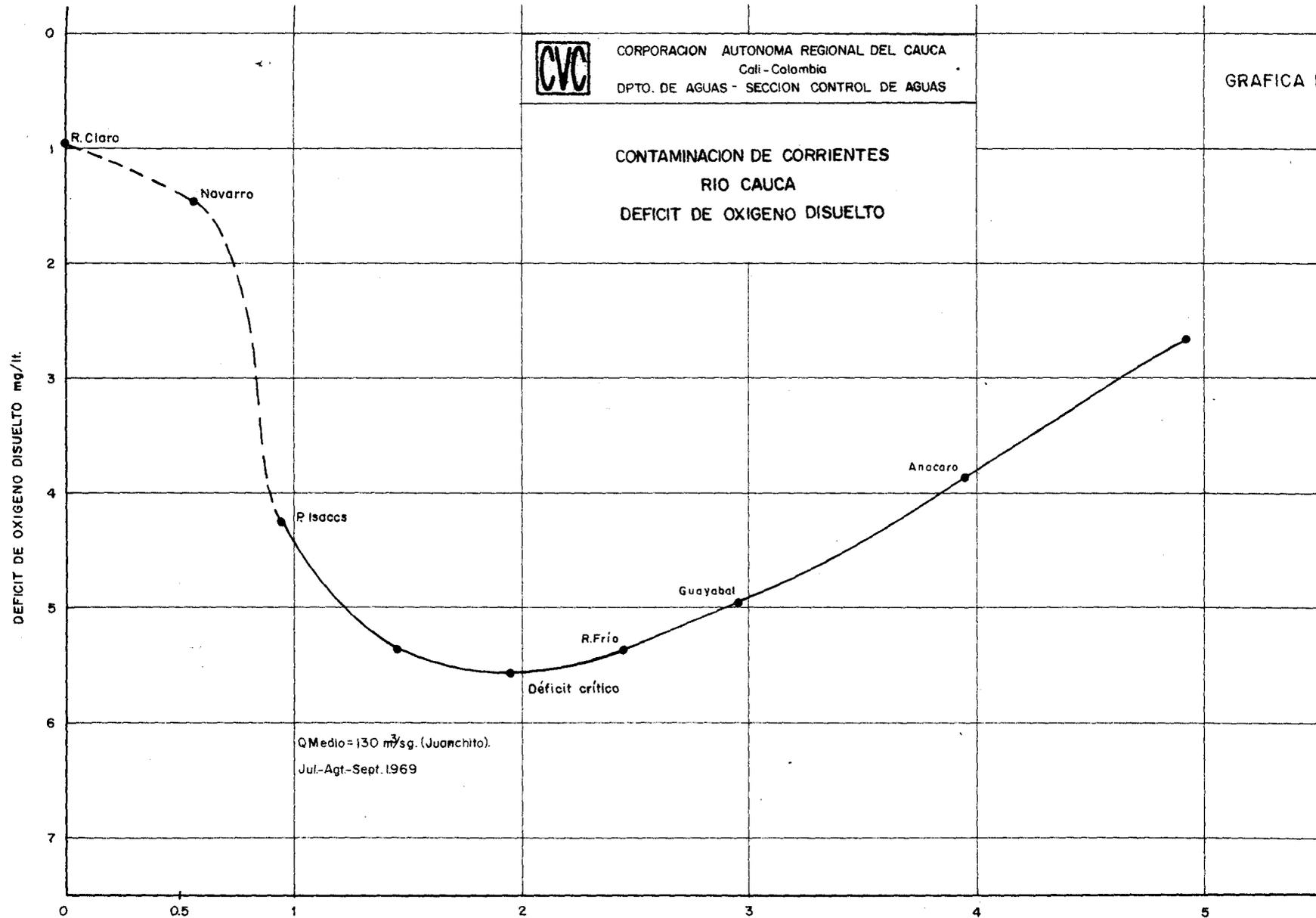




CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

GRAFICA Nº 4

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
DEFICIT DE OXIGENO DISUELTO



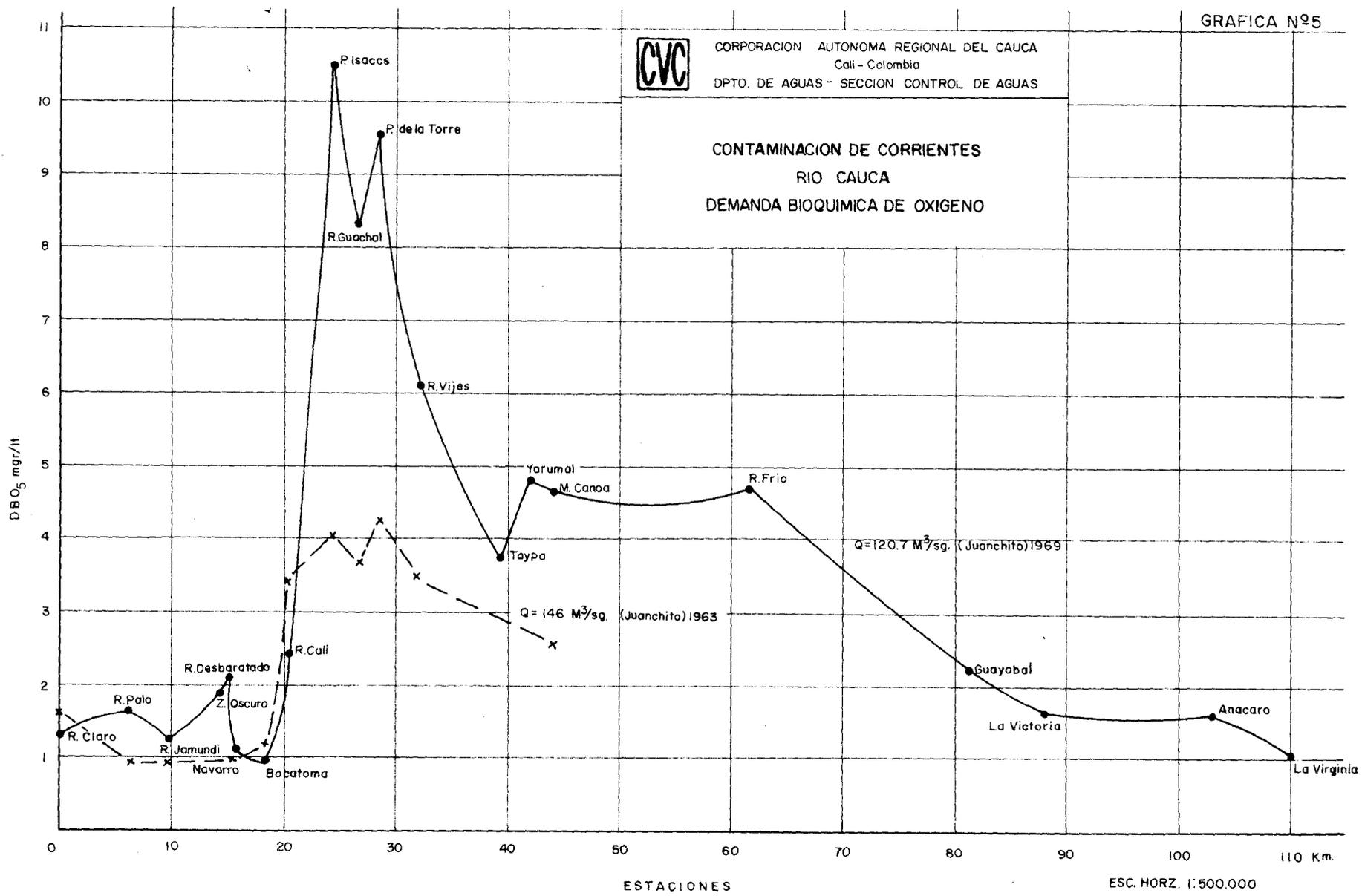
QMedio = 130 m³/s. (Juanchito).
Jul.-Agt.-Sept. 1969

----- CURVA REAL, EL RESTO ES TEORICO. ——— TIEMPO DE FLUJO EN DIAS ———



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
 RIO CAUCA
 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

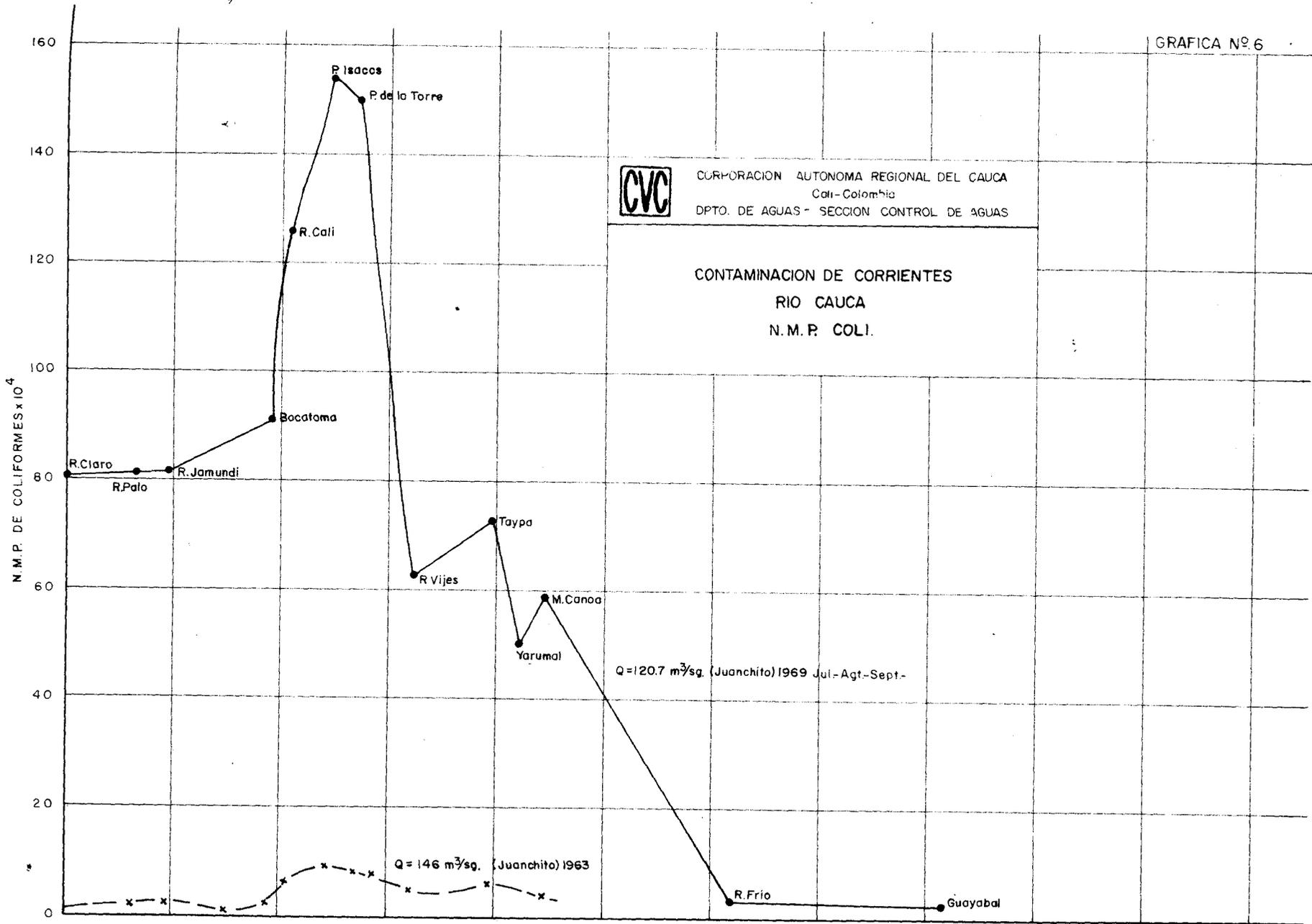


PAG. N° 107



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
N.M.P. COLI.

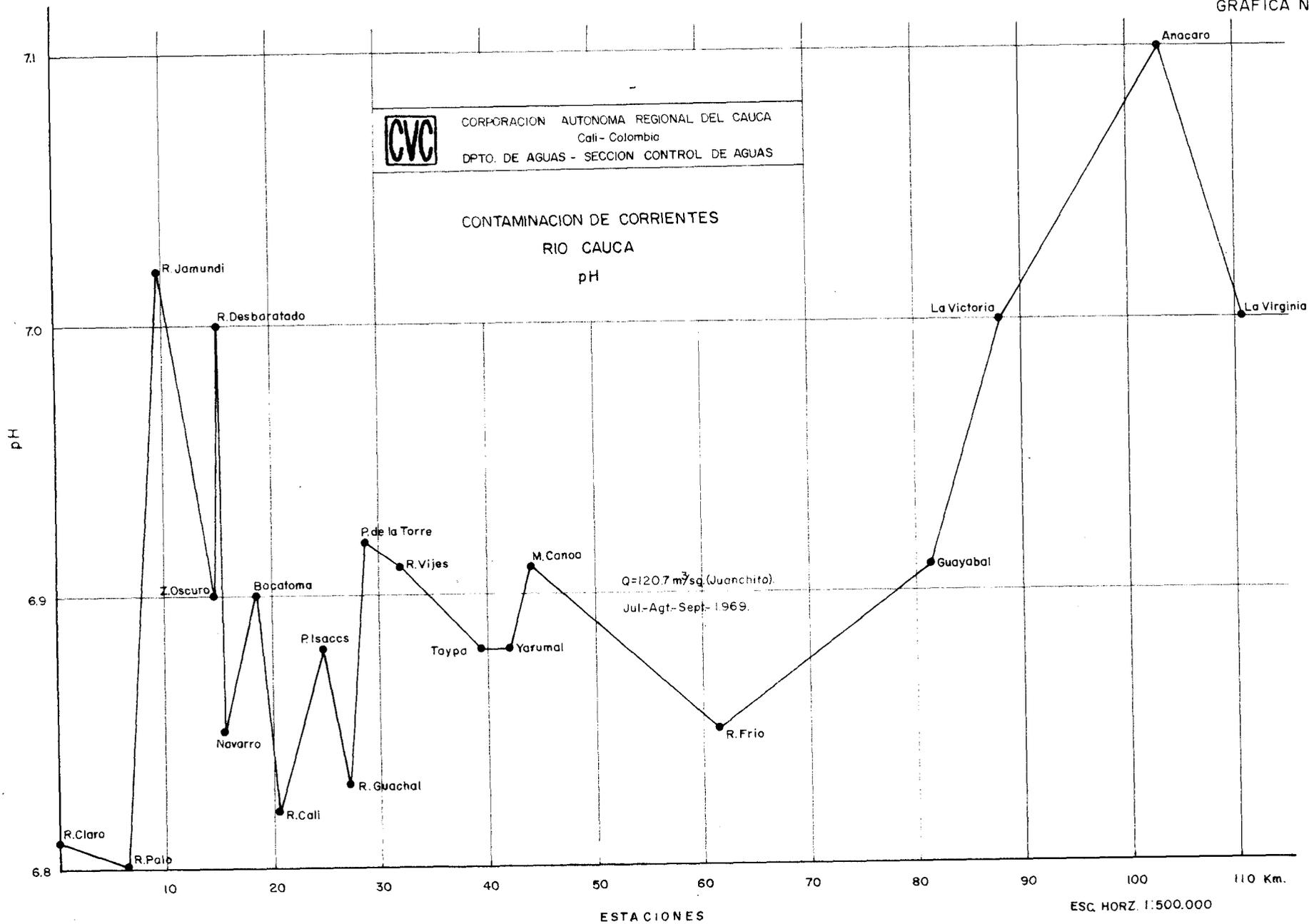


N.M.P. DE COLIFORMES x 10⁴

ESTACIONES

ESC. HORZ. 1:500.000

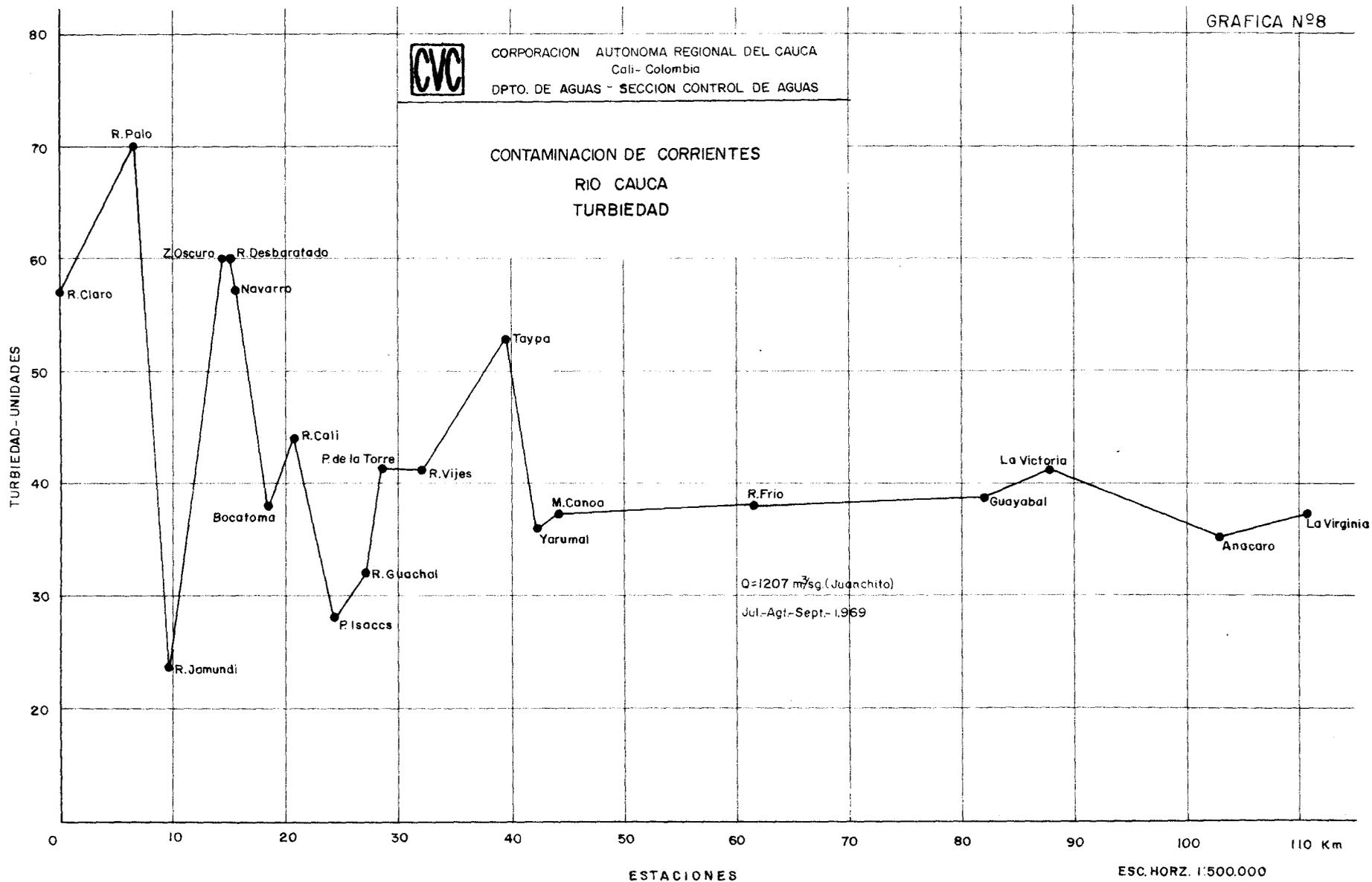
PAG. Nº 138

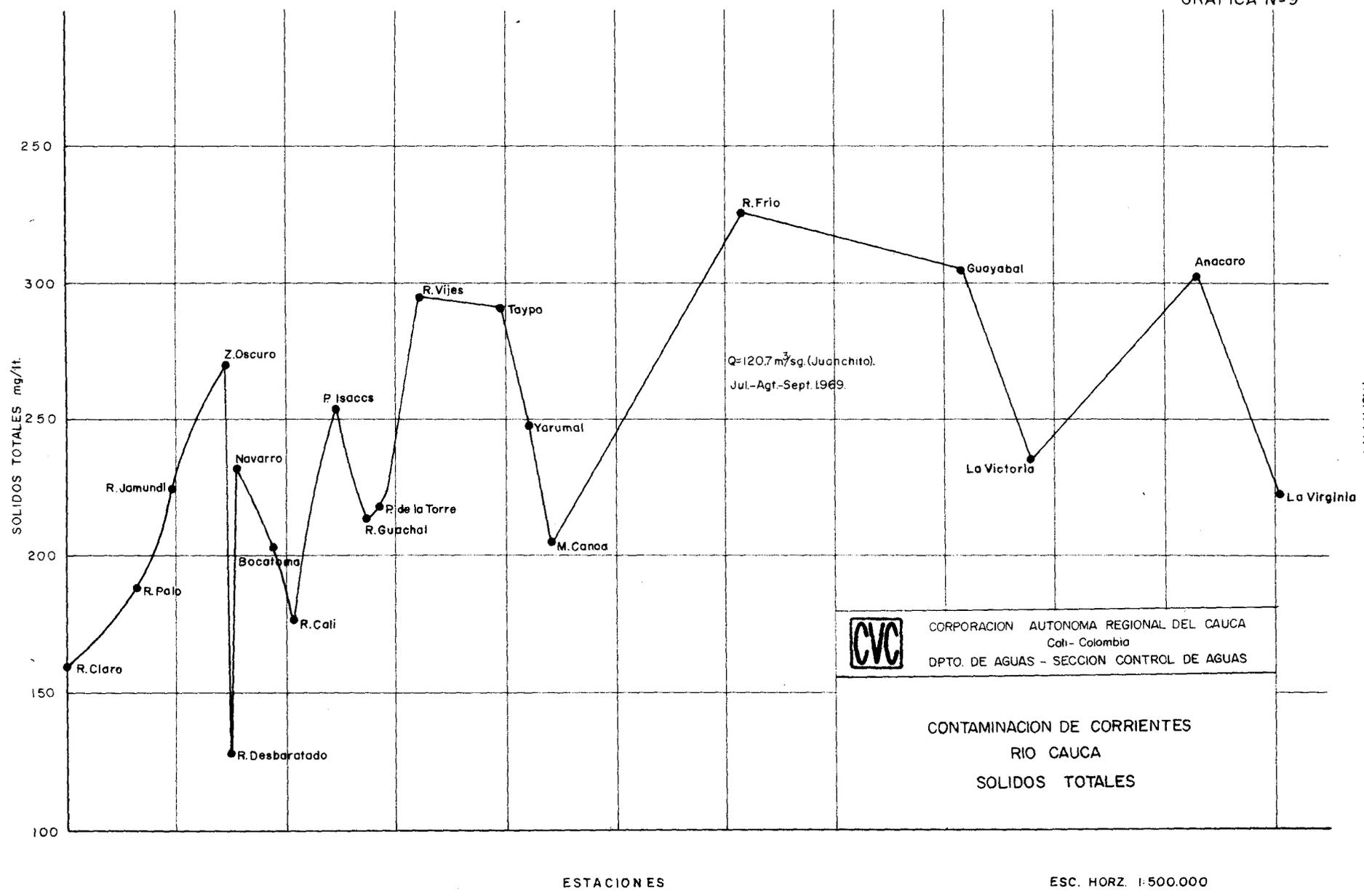




CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali- Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
TURBIEDAD





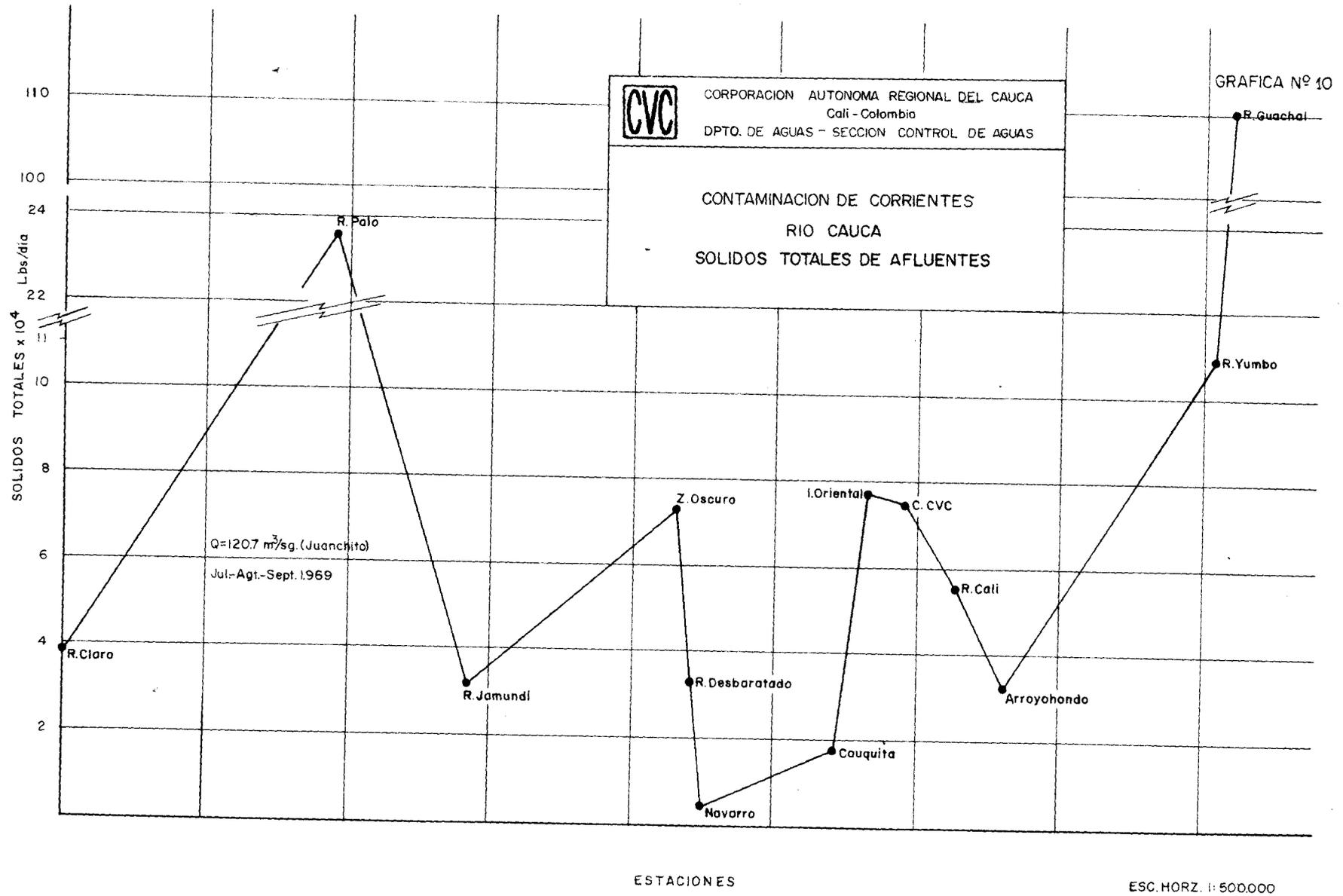
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
SOLIDOS TOTALES

ESTACIONES

ESC. HORZ. 1:500.000

PAG. N° 111

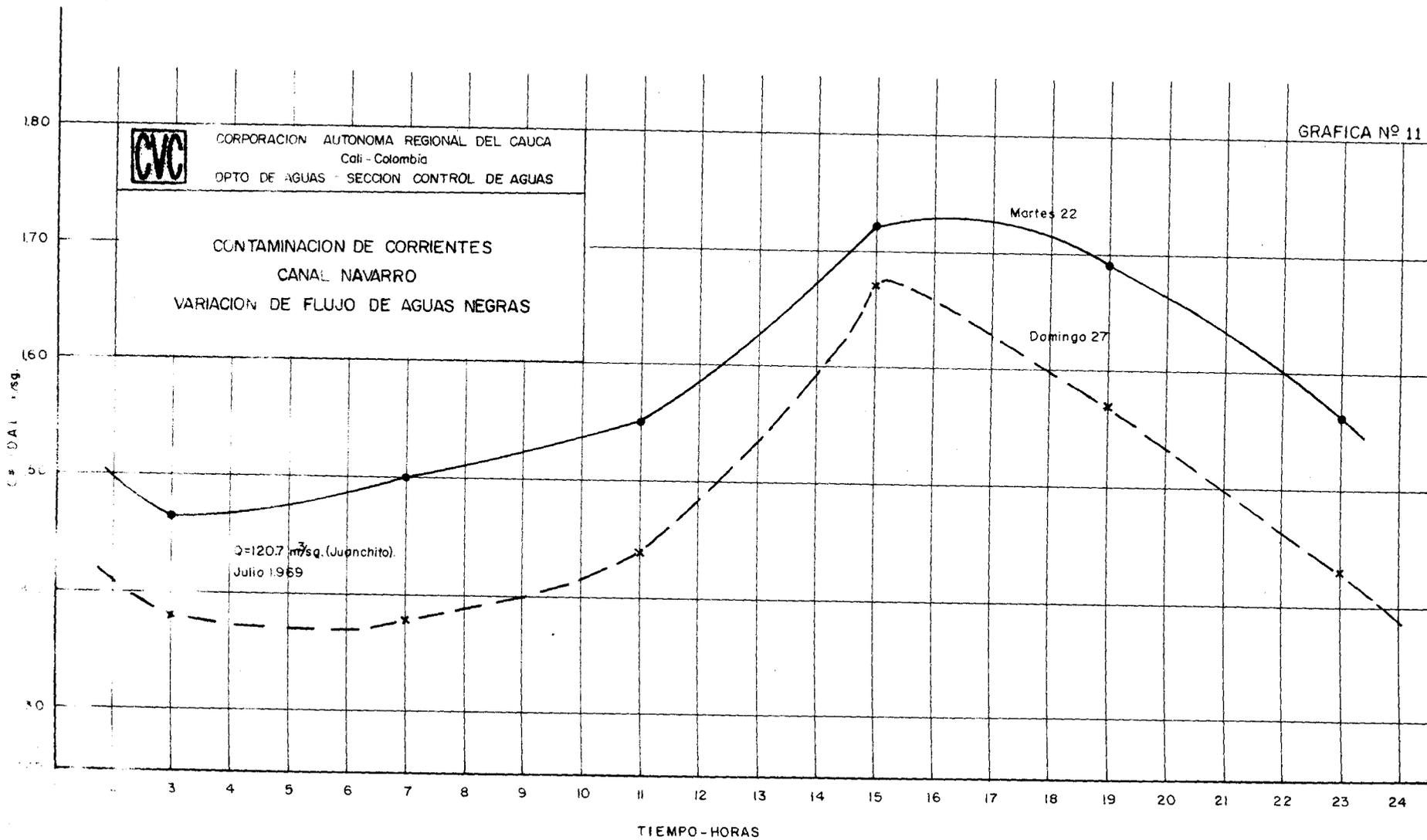




CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

GRAFICA N° 11

CONTAMINACION DE CORRIENTES
CANAL NAVARRO
VARIACION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS

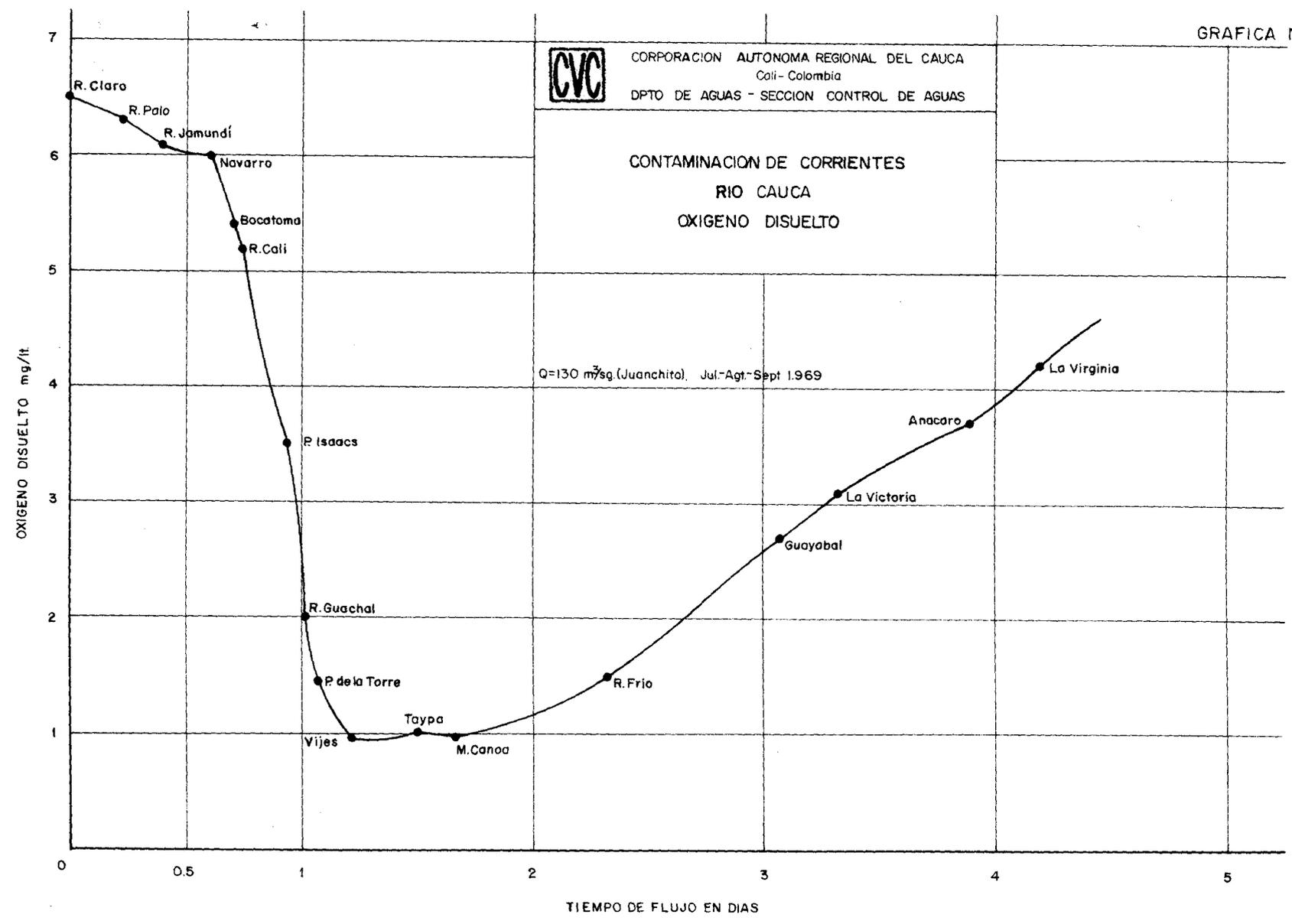




CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
OXIGENO DISUELTO

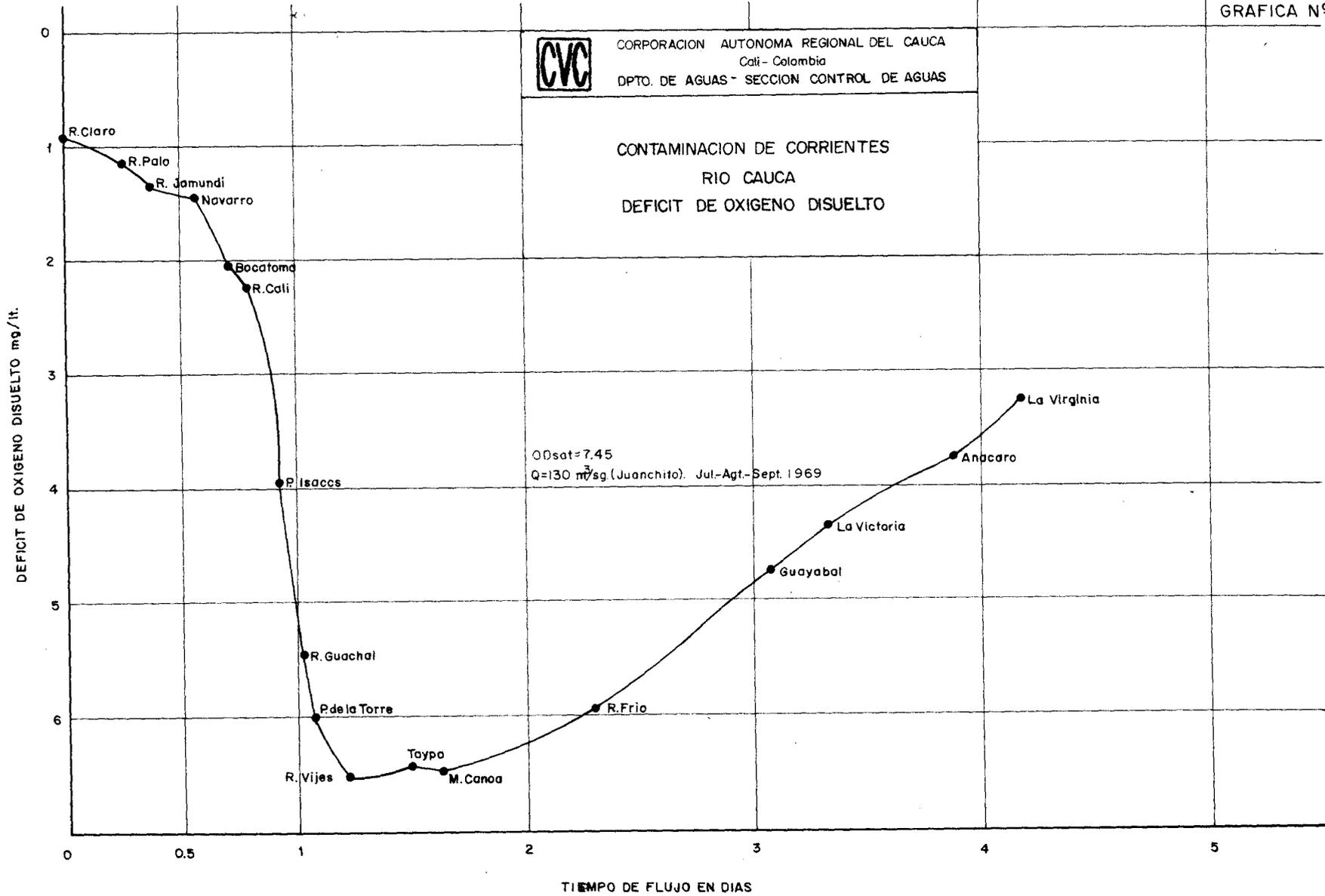
Q=130 m³/sg (Juanchito), Jul-Agt-Sept 1969





CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

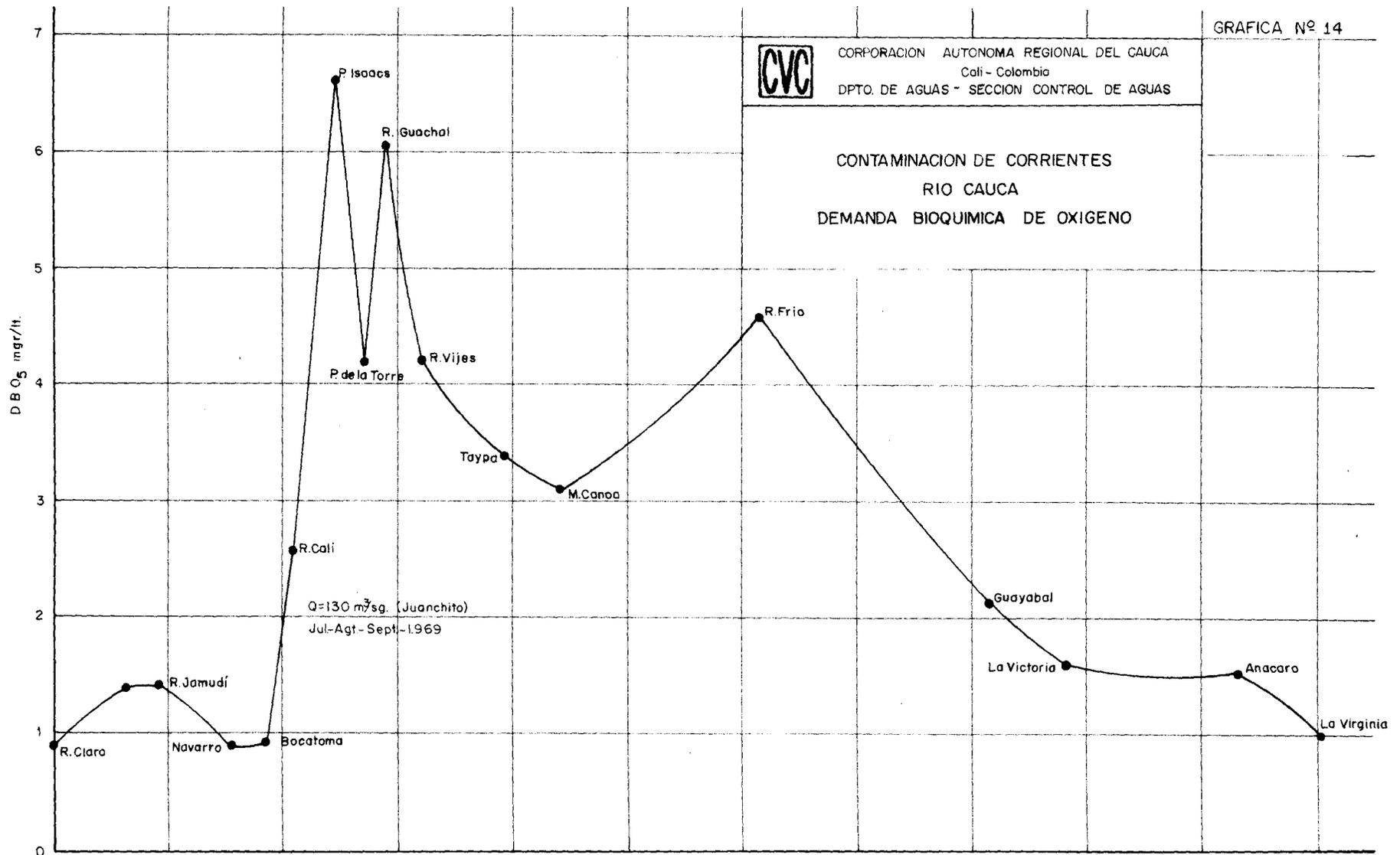
CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
DEFICIT DE OXIGENO DISUELTO





CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali - Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO



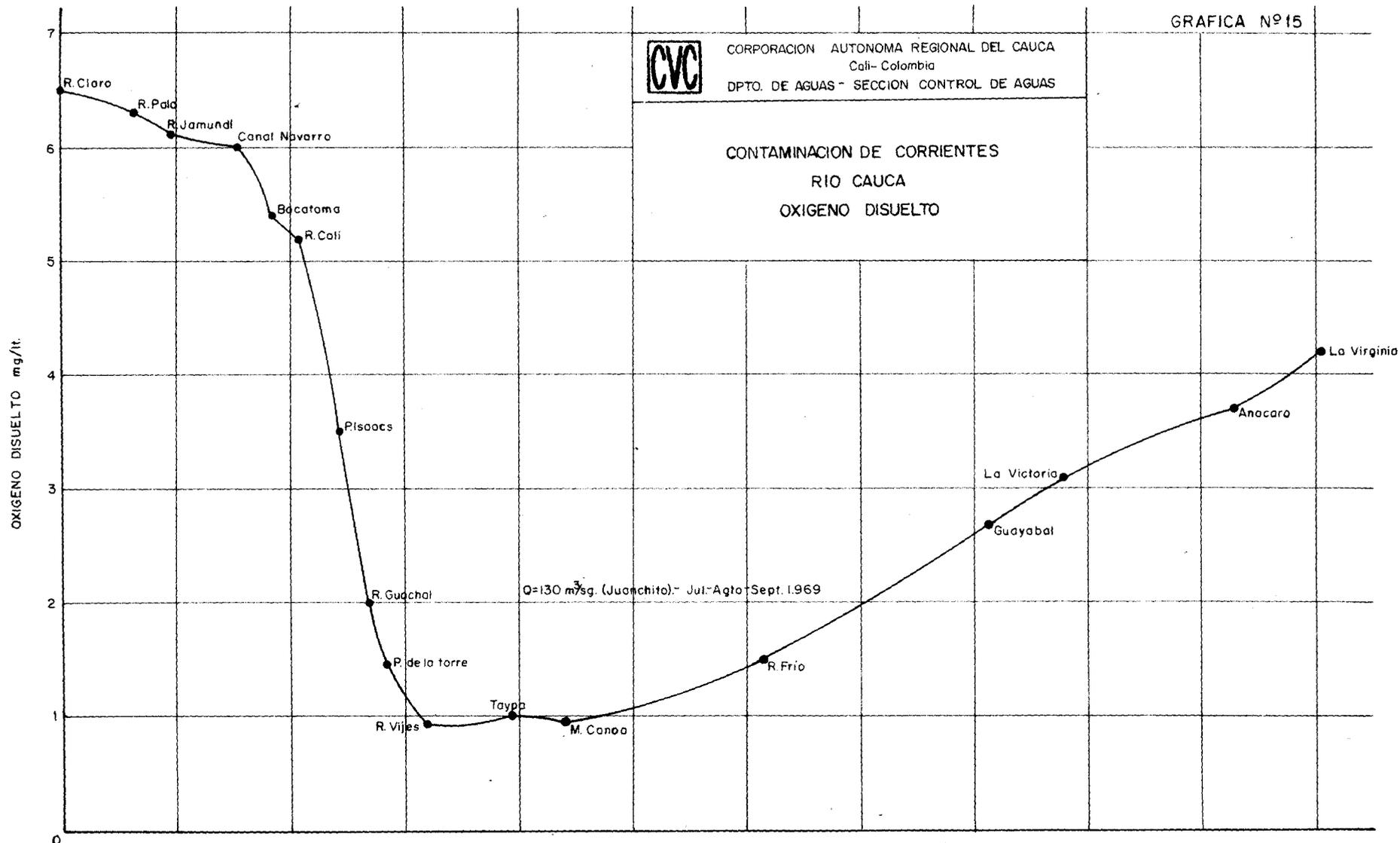
ESTACIONES

ESC. HORZ. 1:500.000



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
Cali- Colombia
DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

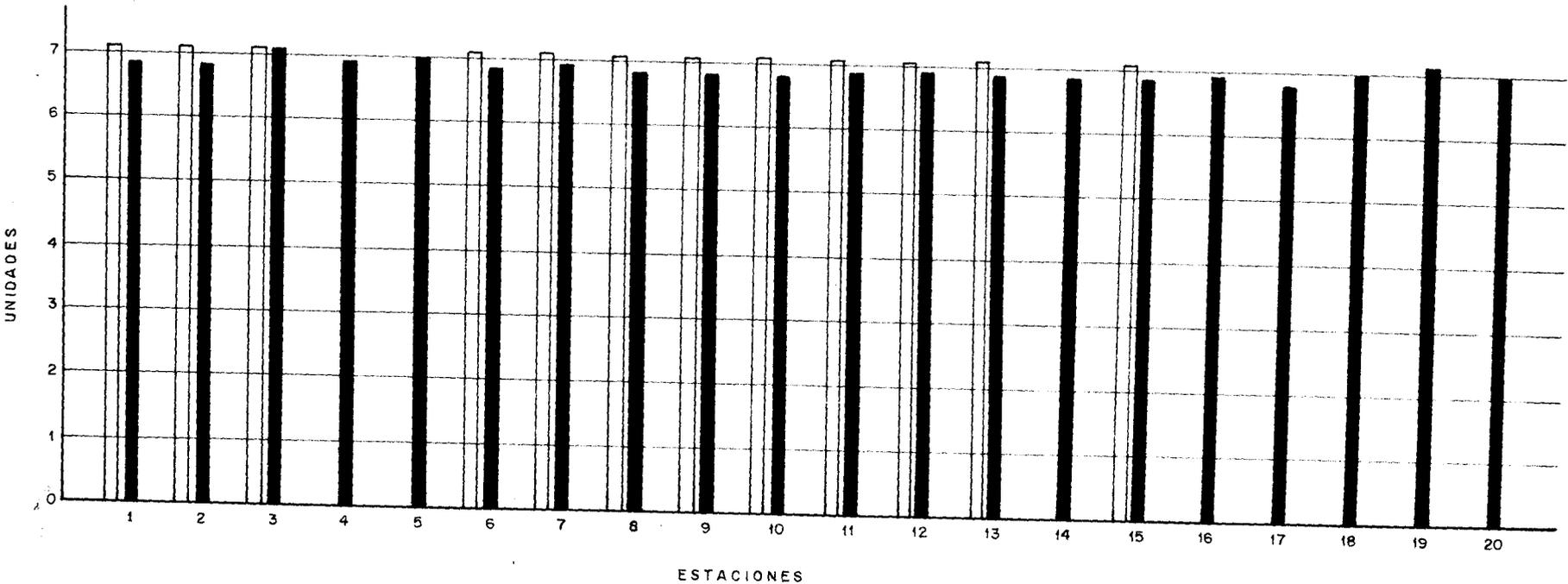
CONTAMINACION DE CORRIENTES
RIO CAUCA
OXIGENO DISUELTO



Q=130 m³/sg. (Juanchito)- Jul-Agto-Sept. 1.969

ESTACIONES

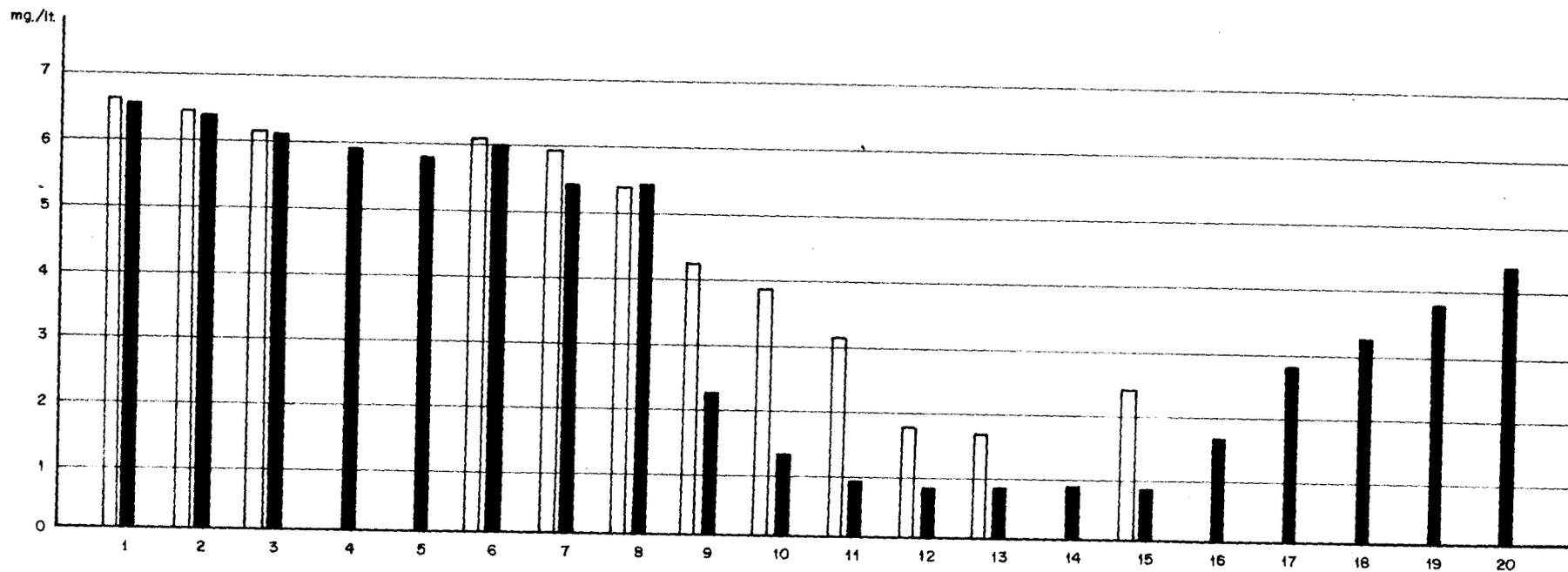
ESC. HORZ. 1:500.000



1963 Q = 146.0 m³/sg. (Juanchito)
 1969 Q = 120.7 m³/sg. (Juanchito)

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

RIO CAUCA
pH

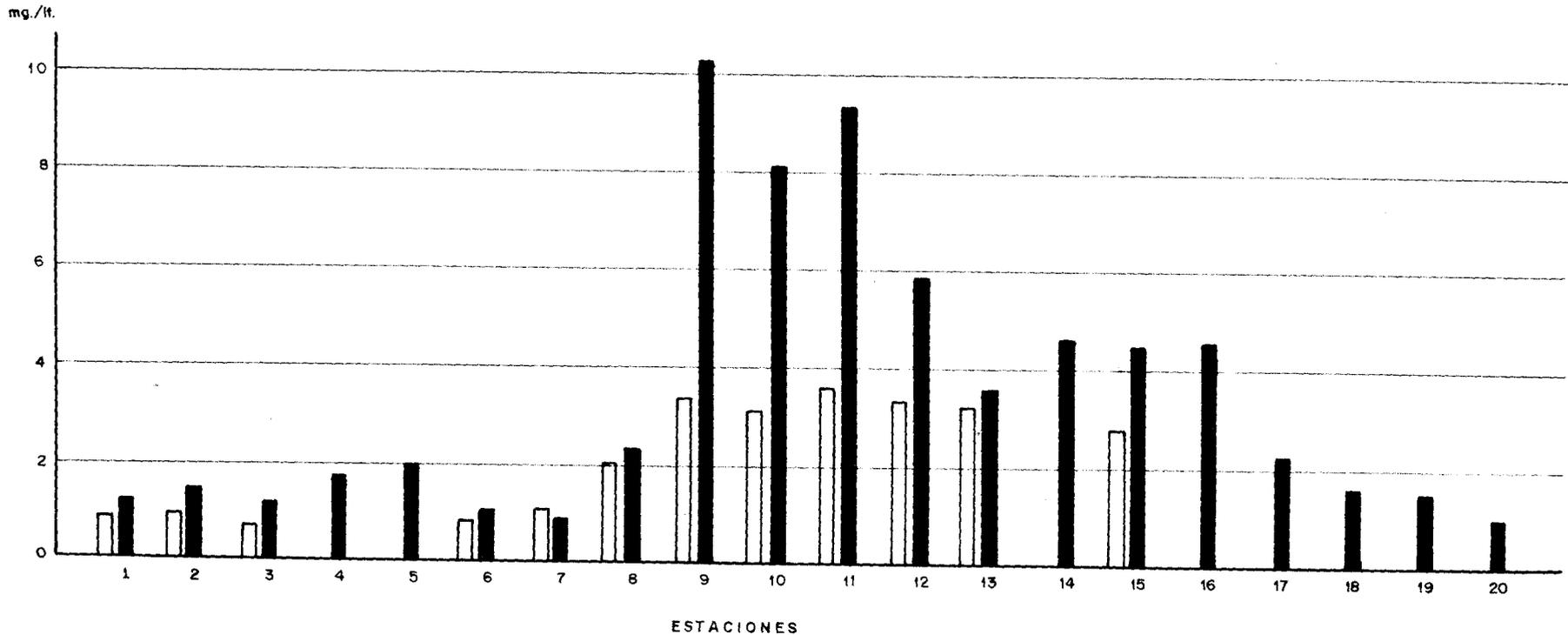


ESTACIONES

1963 Q = 146.0 m³/sg. (Juanchito)
 1969 Q = 120.7 m³/sg. (Juanchito)

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

RIO CAUCA
 O.D, mg/lt.

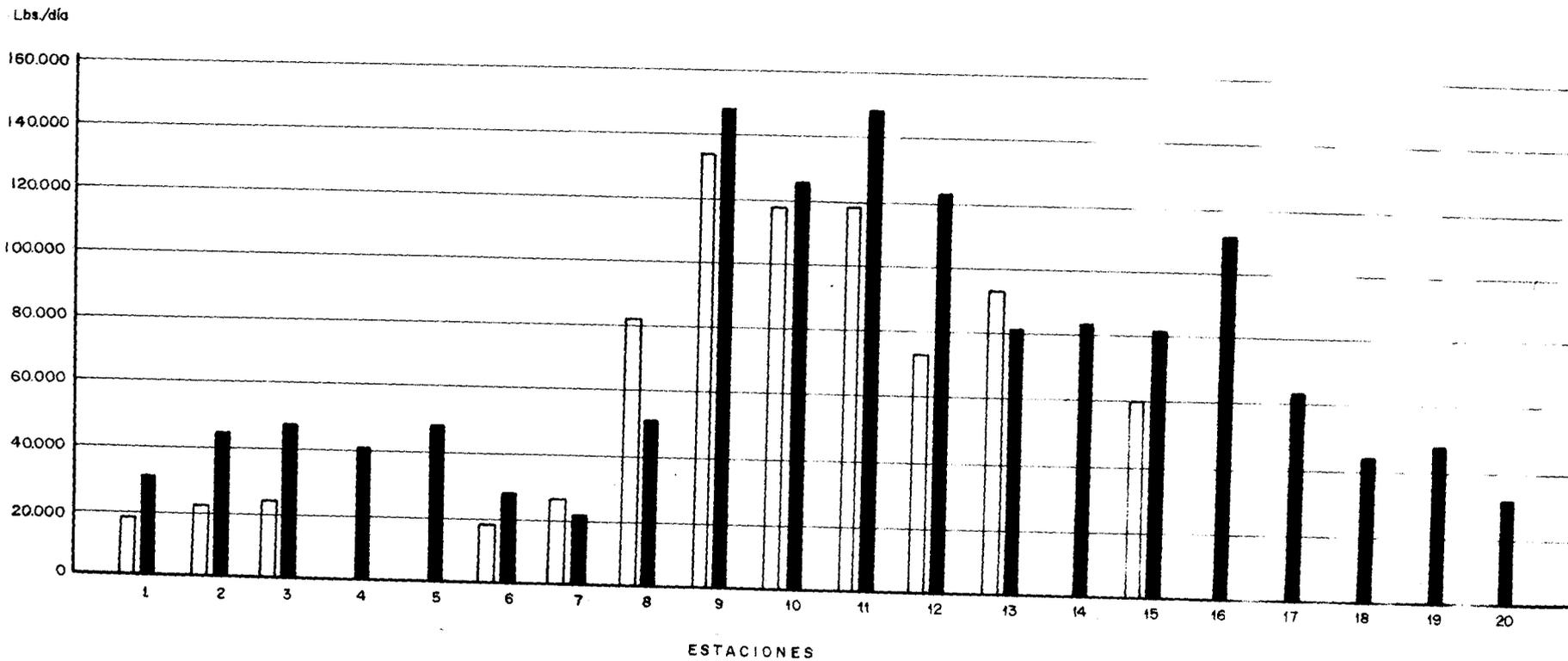


PAG. N° 120

1963 Q = 146.0 m³/sg. (Juanchito)
 1969 Q = 120.7 m³/sg. (Juanchito)

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

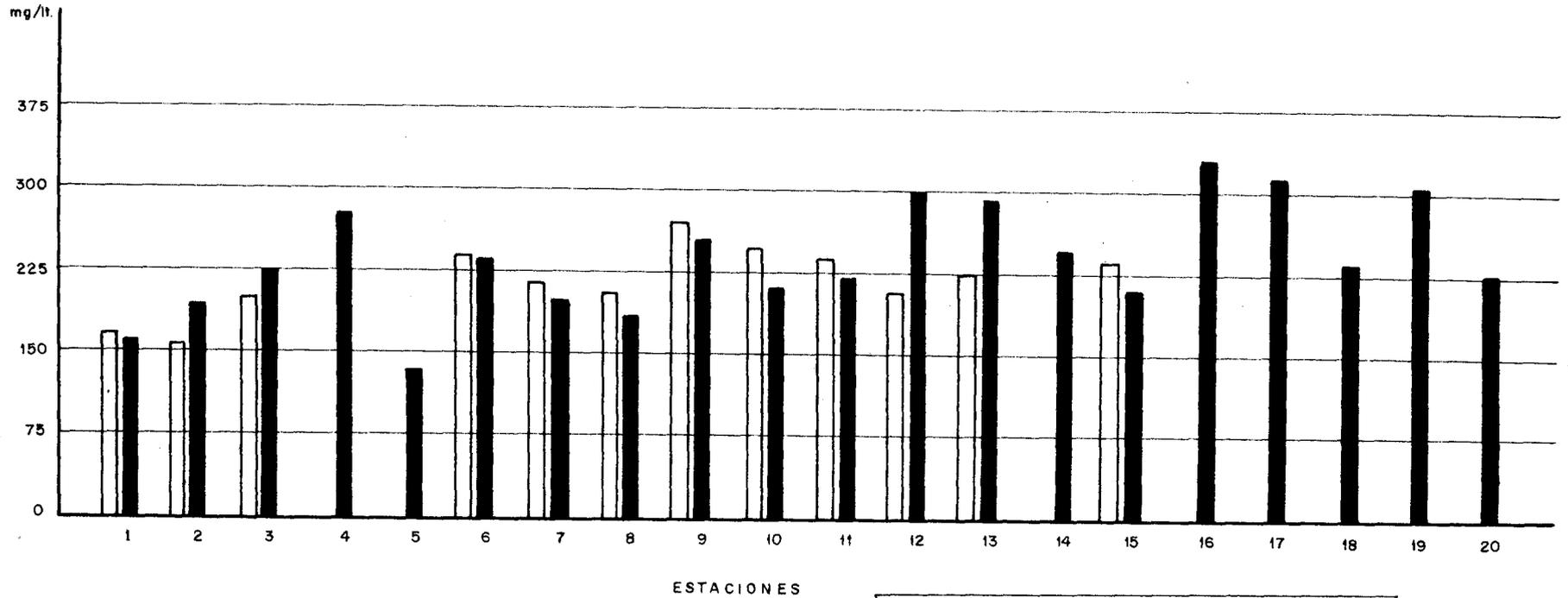
RIO CAUCA
 D. B. O₅ mg/lt.



1963 Q = 146.0 m³/sg. (Juanchito)
 1969 Q = 120.7 m³/sg. (Juanchito)

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

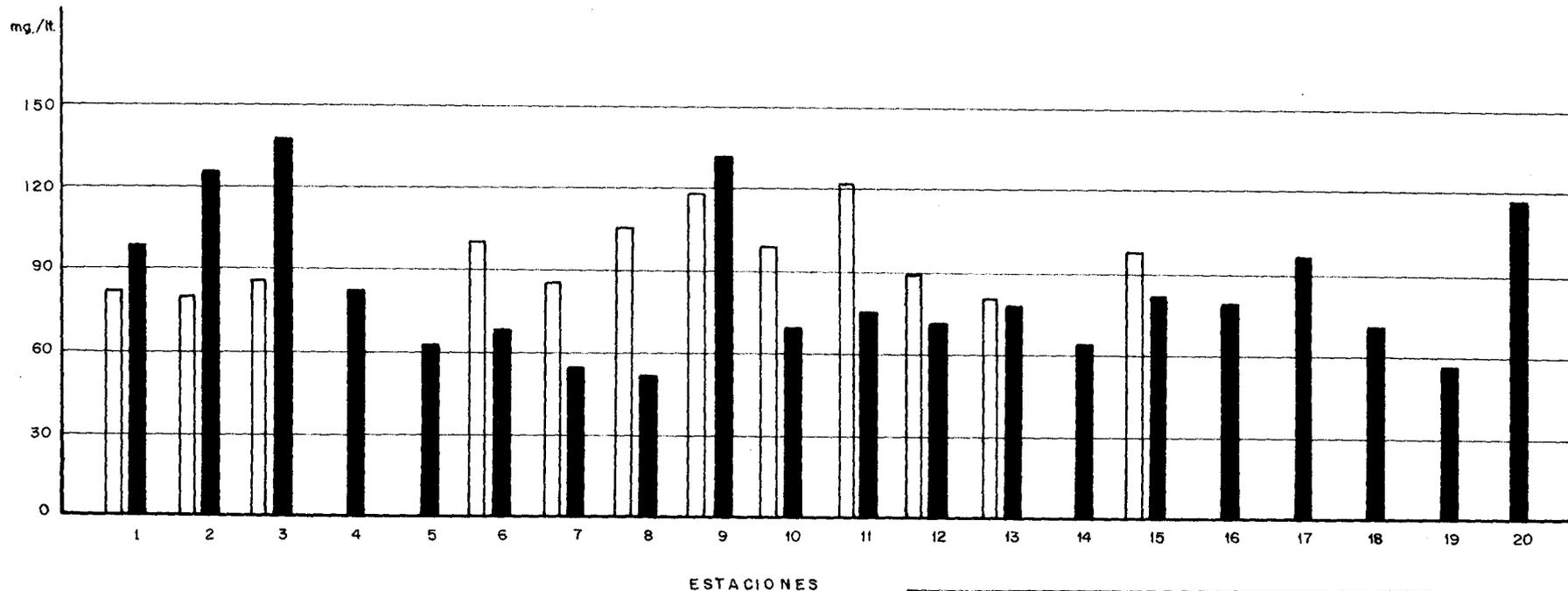
RIO CAUCA
 D.B.O₅ lbs/día.



1963 Q = 146.0 m³/sq. (Juanchito)
 1969 Q = 120.7 m³/sq. (Juanchito)

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

RIO CAUCA
 RESIDUO EN VAPORACION mg/lt.



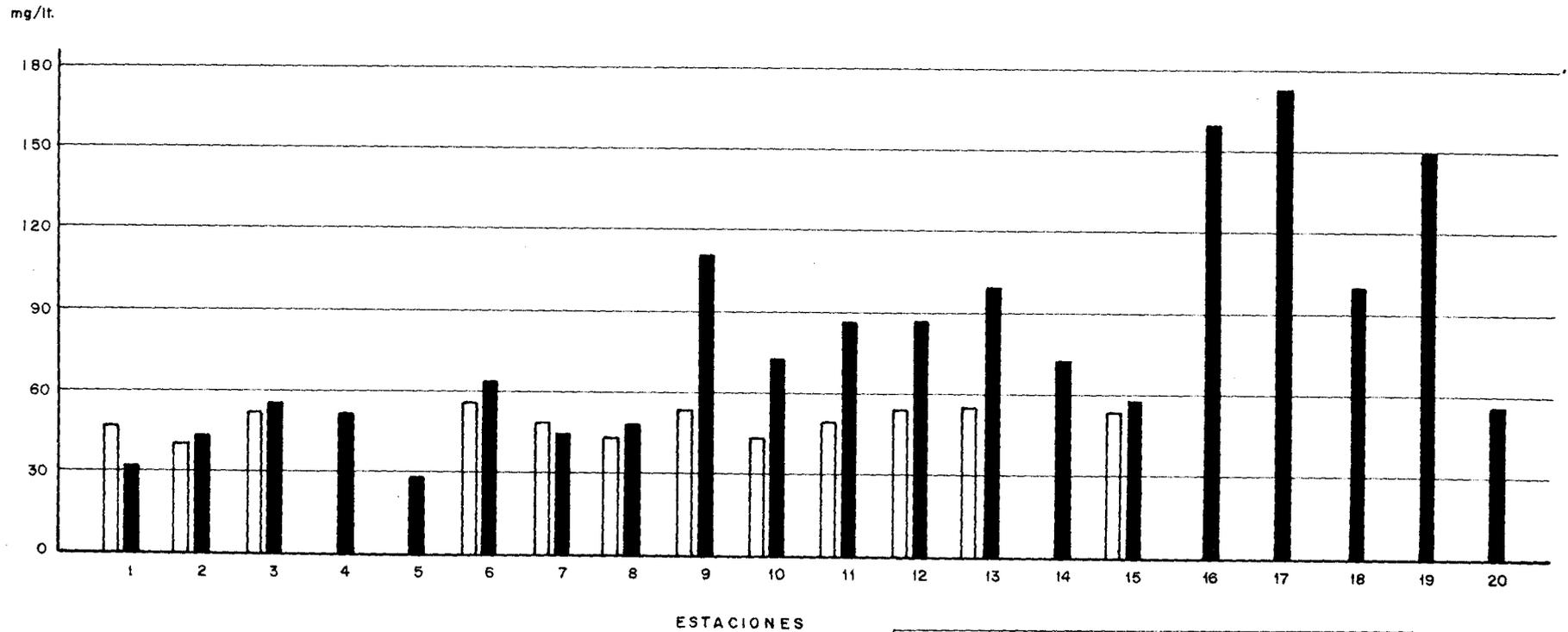
PAG. Nº 123

1963  Q = 146.0 m³/sq. (Juanchito)
 1969  Q = 120.7 m³/sq. (Juanchito)



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

RIO CAUCA
 SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/lt.



1963 Q = 146.0 m³/sg. (Juanchito)
 1969 Q = 120.7 m³/sg. (Juanchito)

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA
 Cali - Colombia
 DPTO. DE AGUAS - SECCION CONTROL DE AGUAS

RIO CAUCA
 SOLIDOS VOLATILES mg/lit.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos durante la investigación nos permiten conocer la calidad y concentración de los desechos entregados al río Cauca y a sus afluentes e indican las condiciones actuales de las mencionadas corrientes.
2. Fueron estudiados los afluentes al río Cauca entre el Río Claro y el Río Guachal hallando un rango de variación de la $D.B.O_5$ entre 32 lbs/día y 129.543 lbs/día, incluidas las descargas de la industria.
- † Se encontró que los tres mayores contribuyentes de carga orgánica al río son dos factorías/productoras de papel y la ciudad de Cali.
3. La basura de la ciudad de Cali es depositada en las márgenes del río Cauca. En época de invierno gran parte de los desechos sólidos son arrastrados por las aguas formando depósitos bentales. Estos depósitos bentales ejercen, con el tiempo, demandas de oxígeno.
4. El oxígeno disuelto en el Río Cauca después de la ciudad de Cali, decrece enormemente hallándose valores de 0 mgr/lit. Solamente a la altura de Anacaro el río tiene nuevamente valores por encima de 4 mgr/l
5. El aumento del caudal promedio del río Cauca por medio de la represa de Salvajina aumentará la capacidad de dilución del río disminuyendo la contaminación.
6. La CVC debe ordenar a las Empresas Municipales de Cali, EmCali, el tratamiento de sus aguas residuales domésticas e industriales.
7. La CVC debe ordenar a las industrias ya instaladas - que no desaguen el alcantarillado de la ciudad - el tratamiento de sus aguas residuales antes de verterlas a las corrientes superficiales.- En especial;
 - Concederle a Propal un plazo prudencial para la instalación de su planta recuperadora de soda.
 - Pedirle a Carton de Colombia una mejor disposición de sus aguas residuales - pues una parte de ellas, que es aprovechable, está siendo arrojada al Río Cauca

sin pasar por la planta recuperadora de soda.

X-Ordenar a los ingenios azucareros el tratamiento de sus desechos pues ocasionan graves perjuicios en las corrientes receptoras.

8. Crear una conciencia regional sobre la gravedad del problema de la contaminación del agua llevando a cabo medidas de caracter preventivo a traves de una campaña de divulgación apoyados en una legislación adecuada. Nos permitimos presentar una reglamentación sobre vertimientos domésticos e industriales la cual se incluye como un anexo.

La educación y divulgación deben estar dirigidas al personal profesional y técnico, gerencial, o políticos, al propio público y, a todos aquellos que han de tomar decisiones con respecto a la disposición de aguas residuales. Para ayudar a la evaluación de los problemas causados por la contaminación de las aguas sugerimos la formación de un consejo asesor el cual estará constituido por representantes de las entidades que directa o indirectamente estén relacionadas con el mencionado tema. La CVC sin embargo, no estará obligada legalmente a seguir las recomendaciones del consejo, ya que la que tiene a su cargo la administración de la ley es la propia Corporación y no el Consejo.

A N E X O

Anteproyecto de reglamentación en estudio
REGLAMENTO La Junta Directiva de la Corporación Autónoma Regional del Cauca,
en uso de las atribuciones que le confiere la ley y:

C O N S I D E R A N D O

Que el decreto 3120 de 1968 encomendó a la Corporación las funciones de reglamentación, administración, conservación y fomento de los recursos naturales en los aspectos de pesca, fauna, flora, bosques, suelos, aguas superficiales y subterráneas.

Que la Corporación ha llevado a cabo estudios sobre la calidad actual de las aguas de su jurisdicción llegando a la conclusión de que todo el vertimiento de aguas negras y residuos industriales tiene que ser sometido a reglamentación y control. La misma obligación adquieren los actuales vertimientos.

En el código Sanitario Nacional se ha dispuesto que todas las aguas negras e industriales deben ser tratadas o purificadas; las aguas tratadas no pueden ser vertidas a aguas nacionales o de servicio público sin previo permiso de la autoridad competente y siempre y cuando su calidad no presente amenazas contra la salud de las personas.

Que es necesario y conveniente garantizar a la comunidad la calidad del agua para el consumo y a las industrias establecidas la calidad del agua para sus diversos usos.

Que para poder controlar que los vertimientos no causen perjuicios se deben fijar calidades mínimas de las aguas en las distintas corrientes y señalar normas que hagan posible la conservación de dichos límites.

Que los estudios efectuados por la Corporación le permiten adoptar medidas para su control:

ACUERDA.ARTICULO 1.

Para efectos de esta Reglamentación se adoptan las siguientes definiciones:

Desecho Industrial Son aguas residuales provenientes de procesos industriales o de prestación de diversos servicios.

Aguas Negras. Es aquella que presenta las siguientes características de valores máximos:

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DEO_5) 300 mg./l
- b) Sólidos suspendidos (S.S.) 300 mg./l.

Polución de Aguas Cualquier alteración de las propiedades físicas y químicas o biológicas de las aguas causadas por sustancias o materias, que directa o indirectamente:

- a) Crean o pueden crear condiciones nocivas u ofensivas a la salud o bienestar público.
- b) Perjudique la fauna o la flora.
- c) Contenga aceites, grasas y excretas.
- d) Perjudique su uso para fines domésticos, industriales (refrigeración, lavado, etc) recreativos (natación, pesca, etc) de piscicultura, de navegación o para otros fines justificados útiles que afecten el aspecto estético de las aguas.
- e) Que pueda afectar desfavorablemente, de alguna forma las capas de aguas subterráneas.

Afluente El agua que sale de una unidad o dispositivo de tratamiento después de haber sufrido un proceso en él, o la que sale de un edificio o industria que la produce.

VERTIMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES A CAUCES O EMBALSES

Artículo 2. Las solicitudes tendientes a obtener la autorización de vertimientos se presentaran ante la Secretaría de la Oficina Jurídica y deberán contener la siguiente información:

- a. Nombre y dirección del interesado o razón social y domicilio si se trata de una persona jurídica.
- b. Localización del predio, planta industrial, establecimiento, etc. que originará los residuos.
- c. Indicación de la corriente o depósito que habrá de recibir el vertimiento
- d. Clase, calidad y cantidad de los residuos, tratamiento que se intenta darles y estado final de los mismos.
- e. Forma y caudal de la desgarga expresada en litros por segundo, e indicación de si se hará un flujo continuo o intermitente.

Parágrafo: Las solicitudes para vertimientos deben venir acompañadas de un proyecto elaborado por ingeniero matriculado en el cual se indique la clase de tratamiento a seguir.

Artículo 3

Una vez recibida la solicitud la Corporación designará los funcionarios para la práctica de una visita ocular y efectuará las pruebas necesarias para su mejor información; a esta diligencia podran asistir también los peticionarios, sus apoderados y todas aquellas personas que acrediten interés jurídico en la solicitud que se tramita.

Artículo 4. Los funcionarios encargados de la visita presentaran el informe respectivo, dentro de los quince (15) días siguientes a su realización.

Artículo 5. Los interesados deben presentar los planos, y memorias técnicas de las obras que se requieran para el tratamiento del afluente a la Corporación para su aprobación.

Artículo 6.- En caso de que la solicitud de autorización de vertimiento requiera la concesión de aguas de uso público, en las diligencias o pruebas que hayan de practicarse deberá tenerse en cuenta las normas establecidas en este aspecto.

Artículo 7. Basado en lo expuesto por el solicitante y en los datos presentados en el informe efectuado por los funcionarios de la Corporación se elaborará el proyecto de resolución el cual deberá contener la enumeración clara de los requisitos y obligaciones que la Corporación exija o imponga, la indicación de las obras que deben realizarse y el plazo para su ejecución.

Artículo 8. Preparado y revisado el proyecto de resolución de que trata el Artículo anterior, pasará al despacho del director ejecutivo para su aprobación y firma.

Artículo 9. Los permisos para vertimientos podrán otorgarse por un período de cinco (5) años y renovarse por igual período a solicitud del interesado.

Artículo 10. La autorización sobre vertimientos podrá ser revisada en cualquier tiempo por la Corporación, a petición de parte interesada o cuando a juicio de aquella las conveniencias públicas o la defensa de los recursos naturales así lo aconsejen, o cuando hayan variado las circunstancias que se tuvieron en cuenta al autorizar el vertimiento.

Artículo 11. El peticionario de un vertimiento queda obligado a mantener en un buen estado de funcionamiento las obras e instalaciones destinadas al control sanitario de las aguas.

Artículo 12. La Corporación ejercerá el control sobre la manera como los peticionarios estén dando cumplimiento a las obligaciones que les hayan sido impuestas en la respectiva Resolución.

Parágrafo:

Para poder efectuar el control mencionado la Corporación tendrá libre acceso a las instalaciones construídas para el tratamiento del efluente y a las zonas adyacentes.

Artículo 13. Cuando haya lugar a la revisión contemplada en el Artículo dé-
cimo, la Corporación dictará una providencia en que así lo ordene, Decretará
la práctica de las diligencias que considere necesarias y resolverá de confor-
midad con los elementos de juicio así obtenidos.

Artículo 14. Respecto a los vertimientos existentes no autorizados por la
Corporación, el director ejecutivo dictará una providencia por medio de la cual
al fijará el límite de tiempo dentro del cual deberán satisfacer todos los re-
quisitos establecidos en el presente acuerdo.

Artículo 15. Notificada la providencia de que habla el artículo anterior, el
interesado podrá hacerse parte en el diligenciamiento, previo el cumplimiento
de los siguientes requisitos:

1. Acreditar su interés jurídico en el diligenciamiento;
2. Pagar a la Corporación, a las tarifas fijadas por ésta, los análisis de labo-
ratorio practicados sobre los respectivos vertimientos;
3. Suministrar la siguiente información:
 - a) nombre y dirección del interesado o razón social y domicilio si se trata
de una persona jurídica.
 - b) Tratamiento que se daría al efluente y estado final del mismo.
 - c) Indicación de la forma y caudal de la descarga.

Artículo 16. La Corporación podrá a su juicio y en caso de grave peligro para
la salubridad pública o por motivos de interés social calificados por ella or-
denar la suspensión del vertimiento hasta cuando el interesado de cumplimiento
a las normas señaladas por la Corporación.

Artículo 17. La oficina Jurídica podrá ordenar en cualquier estado del negocio,
de oficio o a petición de parte, la ampliación de los informes técnicos rendi-
dos por los funcionarios que intervienen en las visitas y decretar la práctica
de nuevas pruebas si las considera necesarias.

Artículo 18. Facúltase al Director Ejecutivo para exigir cauciones e imponer
multas sucesivas no mayores de mil pesos M/cte. (\$1.000.00) cada una, por día
de incumplimiento de cualquiera de las obligaciones impuestas en la providen-
cia respectiva.

NOTA:

Para conocer y estudiar más a fondo los problemas de la comarca relacionados con la contaminación y su posterior control, así como para fijar planes de trabajo a largo plazo se formará un comité del cual harán parte las entidades que en una u otra forma tengan que ver con el control de la contaminación. Es necesario advertir que, para llevar a cabo un adecuado control de las corrientes de la comarca primero se debe conocer la calidad de agua que poseen las mismas, así como la carga poluyente que son capaces de recibir. Se han clasificado pues, algunos de los ríos para por medio de la reglamentación impedir que su degradación continúe.

CLASIFICACION

Clase 1a, Límites.

- 1.- Aceites y grasas= Ausentes.
- 2.- Sustancias que causen sabores y olores= Ausentes.
- 3.- Oxígeno disuelto mayor de 5,5 ppm.
- 4.- Demanda bioquímica de oxígeno menor de 2 ppm.
- 5.- pH entre 5.5 y 7.5.
- 6.- Sólidos totales menor de 400 ppm.
- 7.- Turbiedad menor de 50 ppm.
- 8.- Índice coliforme (N.M.P) menor de 1.000 bacterias coliformes por 100 ml.

Clase 2a Límites.

- 1.- Aceites y grasas= Ausentes.
- 2.- Sustancias que causen sabores y olores= Ausentes
- 3.- Oxígeno disuelto mayor de 4 ppm.
- 4.- Demanda bioquímica de Oxígeno menor de 4,0 ppm.
- 5.- pH entre 6.5 y 7.5
- 6.- Sólidos totales menor de 500 ppm.
- 7.- Turbiedad menor de 60 ppm.
- 8.- Índice coliforme (N.M.P.) menor de 10000 bacterias coliformes por 100 ml.

Clase 3a- Límites.

- 1.- Aceites y grasas = que no causen perjuicios
- 2.- Sustancias que causen olores y sabores = que no causen molestias
- 3.- Oxígeno disuelto mayor de 3 ppm.
- 4.- Demanda bioquímica de Oxígeno menor de 10 ppm.
- 5.- pH entre 5.0 y 9.0
- 6.- Sólidos totales menor de 600 ppm.
- 7.- Turbiedad menor de 70 ppm.
- 8.- Índice coliforme (N.M.P.) menor de 250.000 bacterias coliformes por 100ml.

HOYA DEL RIO CAUCAI.- RIO CAUCA.

Se mantendrá en la la clase desde antes de la desembocadura del Río Claro hasta antes de Bocatoma . EmCalá (Juanchito).

Se mantendrá en la 3a. clase desde antes de la desembocadura del Río Cali hasta Río Frio.

Se mantendrá en la 2a. clase desde el Río Frio hasta la Virginia.

II.- Río Claro:

Se mantendrá en la la. clase .

III.- Río Palo;

Se mantendrá en la la. clase,

IV.- Río Jamundí :

Se mantendrá en la la. clase.

V.- Río Yumbo

Se mantendrá en la lo. clase aguas arriba de la población de Yumbo y en la 2a. clase desde la población de Yumbo hasta su desembocadura.

VI.- Río Cali

Se mantendrá en la lo. clase aguas arriba de la bocatoma del Acueducto, en 2o. clase desde la bocatoma hasta la desembocadura .

VII.- Río Guachal

Se mantendrá en 2o. claso.

Finalmente queremos hacer constar que la reglamentación presentada esta' basada en' la que opera actualmente en la sabana de Bogotá bajo la dirección de la CAR.

BIBLIOGRAFIA

- BARNES GEORGE E. TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES. 1a. edición 1967- UTEHA.
- DONALDSON J.E. - DUNN L.M. - SANTAMARIA LEONARDO. A STUDY OF THE POLLUTION AND THE NATURAL PURIFICATION OF THE CAUCA RIVER- COLOMBIA. 1963 Estudio de Tesis.
- HARDENBERGH W.A. - RODIE EDWARD - INGENIERIA SANITARIA 1a. Edición 1966-UTEHA
- AMERICAN WATER WORKS' ASSOCIATION. AGUA-SU CALIDAD Y TRATAMIENTO. 1968. UTEHA.
- STEEL E.W. - ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALZANTARILLADO 3a. Edición 1965.
- UNIVERSIDAD DEL VALLE. CONTAMINACION DE CORRIENTES 1967.
- OWENS PATRICK N. BALANCE DE OXIGENO EN LA NATURALEZA 1967 Conferencia.
- FAIR, GORDON, GEYER, WATER SUPPLY AND WASTE WATER DISPOSAL . New York: J. Wiley 1958.
- SAWYER CLAIRE- CHEMISTRY FOR SANITARY ENGINEERS-- McGraw Hill - 1960.
- CUBILLOS A. CONTAMINACION DEL RIO CAUCA. UNIVERSIDAD DEL VALLE.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION INC. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE. 11.a Edición - 1960.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA SABANA DE BOGOTA Y DE LOS VALLES DE UBATÉ Y CHIQUINQUIRA (CAR) - VERTIMIENTOS INDUSTRIALES BOGOTA 1968.