

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA**

Estudio de la Contaminación y Autopurificación del Rio Rimac

TESIS DE BACHILLER Y GRADO

POR

**INES KAKAZU HIGA
NANCY A. LLOSA NUREÑA**

PROMOCION 1966

LIMA - PERU

1968

C A P I T U L O I

F I N A L I D A D D E L E S T U D I O

INTRODUCCION

Es motivo de constante preocupación al estado, desde el punto de vista sanitario, del Río Rímac; ya que es la principal fuente de abastecimiento de agua con que cuenta la ciudad de Lima; y su importancia va en aumento a medida que el crecimiento demográfico se hace más intenso.

Es conveniente mencionar que en 1947 el Ingeniero Roberto Blume Burbank hizo un primer estudio; posteriormente en el año 1965 lo reactualizaron las Ingenieras: Lidia Cánepa Alfaro, Elsa Freyre Bustamante y Alda Sihuay Parodi.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En este trabajo se efectuará un estudio de la contaminación y autopurificación del Río Rímac con el fin de investigar las condiciones sanitarias actuales, y ver si representan un grave peligro para la salud y la vida humana.

A diferencia de trabajos anteriores, se analizará el río durante seis meses desde Setiembre 1967 a Febrero 1968 con dos muestreos por un mes, de los cuales seis corresponden a días domingos y seis a días no festivos; abarcando así época de estiaje y creciente con el criterio de que dada la complejidad del problema, es deseable un mayor número de determinaciones que permitan analizar sus conclusiones a la luz de más datos.

Cada muestreo comprenderá análisis como:

- Indice Coli
- Bacterias por c.c. de Agar
- D.B.O. a los 5 días y 20°C,
- Porcentaje de Saturación
- Oxígeno disuelto
- Cloruros
- Sulfatos
- Nitratos
- Nítritos
- Nitrógeno Amoniacal
- Anhídrido Carbónico
- Pérdidas por Ignición
- Sólidos Totales

PH,
Alcalinidad de Carbonatos
Alcalinidad de Bicarbonatos
Turbidez;

y la obtención de datos como:

Temperatura del Agua
Temperatura Ambiente
Velocidad del Río
Descarga o Caudal del Río.

C A P I T U L O I I

S E C T O R D E L R I O O B J E T O D E L

P R E S E N T E E S T U D I O

INTRODUCCION

El Río Rímac nace de unas pequeñas laderas cercanas a Tíclio a 4,774 metros sobre el nivel del mar, desde allí baja salvando bruscos gradientes y se puede observar como el lecho del Río hasta San Mateo es muy estrecho. Recibe por el norte, un afluente: el Río Santa Eulalia, llegando a Chosica se amplía el valle y más adelante discurre sobre un lecho de cascajos producto de su labor de arrastre; traspuestos los linderos de Chosica se advierten campos de cultivos que son alimentados por tomas de agua que derivan del Rímac. Estas tomas corresponden en la margen derecha a Huampán, Ñaña, Carapongo, Nieveria, Huachipa, Mogollón; y en la margen izquierda Huascate, Pariachi y Huachuguaylas. A su vez derivan del Rímac, algunos riachuelos como el de Lurigancho, Piedra Liza, Boca Negra, Ate, Surco, Huatica y Magdalena.

Llega al mar con un caudal disminuído y sucio, dejando una formación deltoica en su desembocadura.

2.1 SECTOR DEL RIO OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

El tramo del río en estudio comprende desde la confluencia de los Ríos Santa Eulalia y San Mateo hasta la toma de la Atarjea, un total de 37 Kms. de recorrido.

Desde la confluencia mencionada aproximadamente a 2 Kms. - se encuentra la ciudad de Chosica, rodeada de barriadas que se han establecido tanto a nivel del río, a nivel de la pista y - sobre las faldas de los cerros que encañonan a la ciudad. No se aprecian zonas de cultivo.

Chosica, pertenece al distrito de Lurigancho, el cual auspició un censo de población y ocupación que lo organizó y lo lleve a efecto la Escuela Normal Superior, arrojando una población de 17,867 Habs.. Posteriormente el Area de Salud de Chosica hizo un censo de barriadas en el año 1962 arrojando un total de 32,838 Habs., las que se tomaron en cuenta fueron:

Moyopampa

Buenos Aires

Libertad

San José

San Antonio de Pedregal

Nicolás de Piérola
Sierra Limeña
California
La Cantuta
Chacrasana
Mariscal Castilla
San Juan de Bellavista
Santo Domingo
Virgen del Rosario
Barrio Rímac

La población actual está constituida por gente que reside en ella desde hace 20 años y la gente de las barriadas, que esta compuesta por emigrantes de la sierra en su mayoría.

Actualmente ya no existe Población Flotante en Chosica, ya que solo acuden a clubs y hosterías un número determinado de personas, en época de temporadas - Julio a Setiembre; entre los clubs que cuentan con mayor número de socios están "El Bosque" y "Regatas Lima", la gran mayoría debido a la facilidad en el transporte solo permanecen allí durante el día domingo y feriados en clubs o de picnic a orillas del río.

El distrito de Lurigancho, cuenta con las siguientes industrias:

Fábrica de Calzado "Patamo"
Central Hidroeléctrica "Juan Carossio"
Papelera "El Sauce Grande"
Fábrica de Bombas "Hidrostal"

El clima de Chosica presenta las características de cabecera de sierra, es decir, seco y caluroso en invierno, lluvioso en verano; condiciones por la cual hace que sea visitada por gente que en invierno va en busca del sol.

Siguiendo el trayecto, el río llega a la ciudad de Chaclacayo, junto a la cual están las urbanizaciones Santa Inés y Los Cóndores; el centro vacacional Huampaní esta situado frente a Chaclacayo.

En el año 1962 el Area de Salud de Chosica que comprende en su jurisdicción al distrito de Chaclacayo realizó un censo

de barriadas el que dió un total de 25,252 Habs. de las siguientes barriadas:

La Perla del Sol
Virgen de Fátima, Moron
Chaclacayo
Alianza para el Progreso
Ñaña y Alto Perú
Cultura y Progreso
La Tapada

Estas barriadas utilizan el río como abastecimiento de agua y receptor de basura.

Las Industrias establecidas en el distrito de Chaclacayo son las siguientes:

Industria de Fertilizantes "Abonos Completos"
Industria de fibra de vidrio "Espinosa"
Fábrica de papel Lugón
Filampa S.A.
Industria de cerveza

El clima de Chaclacayo presenta aún las características de cabecera de sierra es decir, seco y caluroso en invierno, lluvioso en verano.

Aquí tampoco se puede hablar de Población Flotante, ya que en ésta solo se podría considerar la que utiliza los servicios del Centro Vacacional Huampaní.

Luego de Chaclacayo se observan grandes zonas de tierra dedicadas al cultivo, éstos generalmente son: algodón, chala hortalizas, maíz, frutas que pertenecen al fundo Chacrasana y haciendas como Pariachi, La Gloria y San Juan.

Siguiendo por la margen derecha del Río, encontramos a la quebrada de Nievería, donde están ubicadas las haciendas: Nievería, Huachipa y Pedreros, frente a esta quebrada están Santa Clara y Vitarte.

Vitarte es la población más importante hasta llegar a la Atarjea del distrito de Ate y contaba según el censo de 1961 con 8,452 habitantes.

Continuando, por la margen derecha, se aprecian una se--

rie de ensenadas donde se encuentra la Hacienda Campay, luego la quebrada "Canto Grande" que termina en el Cerro San Cristóbal. Por la margen izquierda el valle llega a la rinconada de La Molina, esta parte es abastecida por un brazo del Río Rímac llamado Río Surco, sobre el cual está la toma de agua de la Planta de la Atarjea.

Desde Vitarte a la Atarjea es el tramo que presenta el mayor desarrollo industrial de todo el sector del río, objeto de este estudio. Las principales industrias son:

- Fábrica Textil Vitarte, Km. 14
- Fábrica de cartón "Santa Rosa", Km. 12
- Fábrica de productos de Nylon, Km. 12.5
- Fábrica de Aluminio y Metales, Km. 11.6
- Fábrica "El Hilado", Km. 11.6
- Productos Eléctricos Morpesa "Philips" S.A., Km.8
- Sintéticos del Perú, Km. 7.5
- Planta de ensamblaje "General Motors", Km. 7.5
- Fábrica de Hormas y Tacos, Km. 6
- Fábrica de Mármoles "Mafferetti", Km. 6.5
- Sacos Peruanos S. A., Km. 6
- Fábrica Textil "Nuevo Progreso", Km. 6
- Fábrica Consorcio Textil, Km. 6
- Fábrica Textil Puente, Km. 6
- Fábrica de Calzado plástico "Siempre Nuevo" en Urbanización Valdiviezo
- Fom. Plastic S.A. cerca de la Atarjea

El clima a medida que nos acercamos a Lima, se torna frío y húmedo.

C A P I T U L O I I I

R E G I M E N H I D R O L O G I C O D E L R I O

INTRODUCCION

El régimen del Río Rímac es típico de los ríos en los cuales existen fluctuaciones enormes en el gasto de una época a otra del año, debido a las substracciones a su caudal por las Empresas Eléctricas y substracciones para fines de riego y desde luego por las precipitaciones pluviales de gran intensidad que se presenta en los meses de verano.

El Río Rímac es también el caso de un río de hoya pequeña y gran pendiente en el cual las crecidas se suceden de una manera repentina y violenta.

El estudio hidrológico es de gran valor ya que nos permite conocer los caudales promedios, máximos y mínimos de las diferentes épocas; es importante también si se quiere correlacionar las características de recuperación obtenida en una determinada época con el caudal del río durante esa época, para predecir las condiciones y características del río en otras épocas y con otros gastos.

3.1.- DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC

La cuenca del Río Rímac está ubicada en el departamento de Lima, entre los paralelos $11^{\circ}27'$ y $12^{\circ}15'$ de la latitud sur y los meridianos $76^{\circ}06'$ y $77^{\circ}11'$ de longitud oeste.

Limita por el norte con las cuencas de los ríos Chillón y Mantaro, por el sur con las cuencas de los ríos Lurín y Mala, por el este con la cuenca del río Mantaro, por el oeste con la cuenca del río Chillón y litoral peruano.

Tiene un área de $3,389\text{Kms}^2$, que representa aproximadamente el 0.26% de la superficie total del territorio nacional.

Su forma es más o menos trapezoidal. El mayor ancho de Este a Oeste es de 36Km. , el mayor largo de Norte a Sur es de 17Km. .

Las poblaciones más importantes que están comprendidas en esta cuenca son: Carampoma, San Pedro de Casta, San Mateo, San Mateo de Ota, Santa Eulalia, Matucana, (capital de la provincia de Huarochirí). Surco, Ricardo Palma, Chosica, Chaclacayo, Vitarte, Ñaña, Lima y Callao.

La variación orográfica de esta cuenca determina una diferencia climática entre la parte baja costanera, de clima cálido y húmedo, la parte central de clima templado y ligeramente húmedo, siendo la parte alta de clima frío y seco. El sistema hidrográfico se encuentra formado por los siguientes ríos:

Río Blanco: Nace en las alturas de la Cordillera Andina, toma una dirección sureste noroeste recibiendo en su trayecto pequeños aportes de agua por ambas márgenes desemboca en el Río Rímac a la altura de la localidad de Río Blanco.

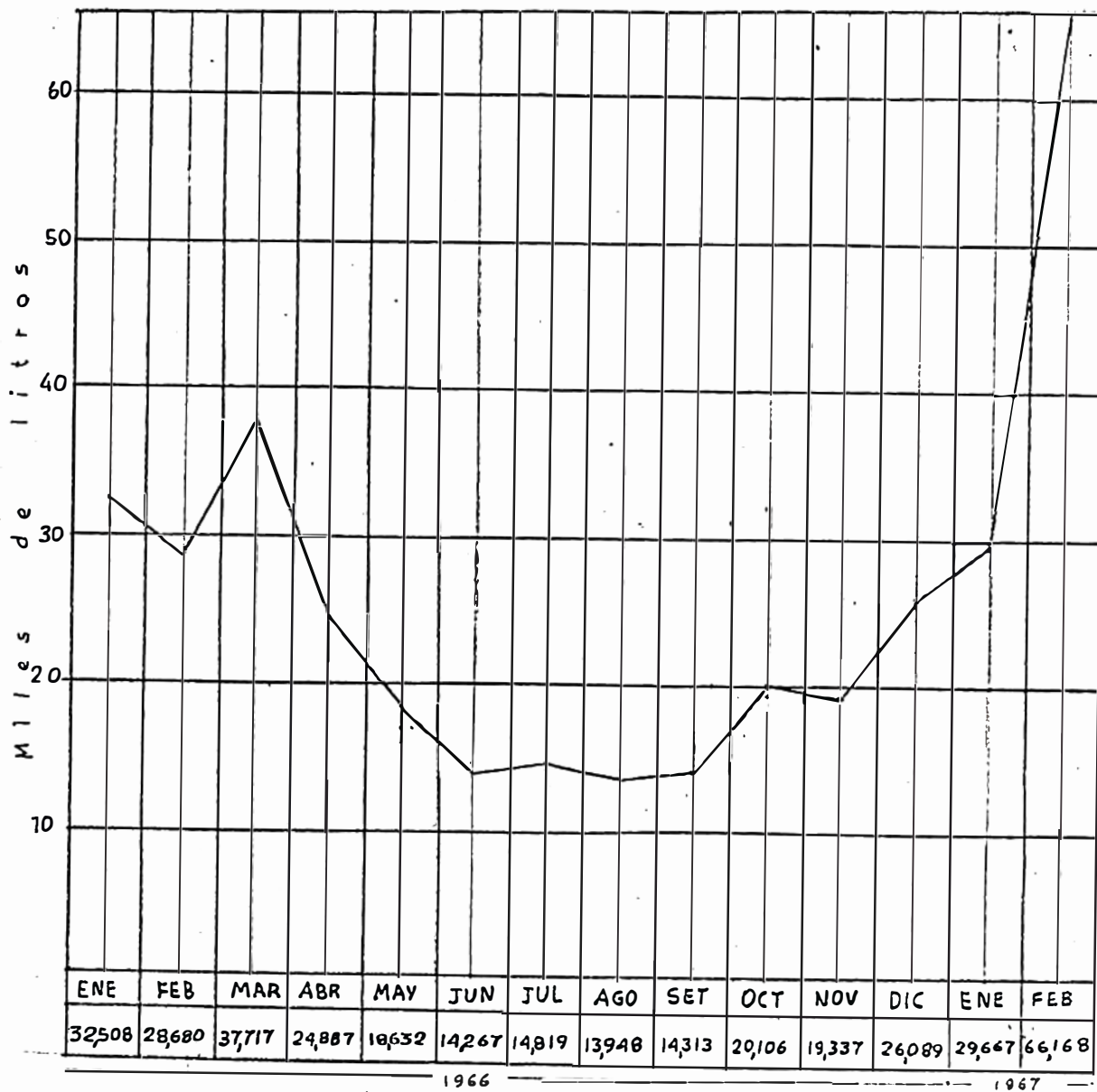
Río Santa Eulalia: Nace cerca de la laguna de Pacococha con dirección noroeste suroeste, en su curso superior toma el nombre de Río Pacococha y luego Quebrada Colque, - cerca de la localidad de Huanza recibe las aguas de las Quebradas Macachaca y Huachugua que se unen antes de la localidad de Chuncha, estas quebradas a su vez recolectan pequeños cursos, desde sus nacientes en una serie de lagunas en las alturas de la Cordillera Andina. El Santa Eulalia, luego de pasar cerca de Huanza recibe las aguas provenientes de las Quebradas Acobamba o Río Sacsa Pillulla, Pozo y Huamandrica; desde la localidad de Puncu y luego de recibir las aguas de la Quebrada Majada, - cambia su rumbo tomando una dirección casi norte sur recoge las aguas de las quebradas Potoga y Chauca, es a partir de la localidad de Juan Carossio que toma una dirección nordeste, pasa por la localidad de Santa Eulalia y se une finalmente al Río Rímac en la localidad de Ricardo Palma.

El Río Rímac se forma de cursos de agua que provienen de los cerros Uco, Antaccasa, laguna Yanacocha, cerros Volcan Mines, Monte Meigss, Ticlio Bajo, su dirección es -- nordeste sureste, recibe las aguas de la Quebrada Corma, pasa cerca de la localidad de Casapalca, recibe las aguas de la Quebrada Paccha, pasa por Chicla recibe posteriormente las aguas del Río Blanco; pasa por la locali

dad de San Mateo, recibe a la altura de Tamboraque las aguas de la Quebrada Parac.

El Rímac prosigue su curso con una dirección nordeste - recibiendo las descargas de las Quebradas Viso, Pancha, Canta, pasa por la ciudad de Matucana recibiendo los aportes de las Quebradas Tambo, Collana; luego atravieza la localidad de Surco recibe las aguas de la Quebrada Matala y Honda, varía de dirección, tomando un rumbo este nordeste, oeste suroeste, pasa cerca de San Bartolomé y Ricardo Palma donde recibe las aguas del Río Santa Eulalia, cambia de dirección tomando nordeste suroeste, pasa por las ciudades de Chosica, Chaclacayo y Vitarte de donde toma una dirección casi este oeste, atravieza Lima la capital de la República del Perú, la ciudad del Callao, finalmente desemboca en el mar, al norte del Arsenal Naval.

VARIACIONES MEDIAS DEL CAUDAL DEL RIMAC DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO (Setiembre 1966 - Febrero 1967)



Se observa claramente en este gráfico las fluctuaciones del río en las estaciones del año. Nótese que el período de mayor escurrimiento es de Diciembre a Marzo y que los meses críticos de estiaje son de Mayo a Octubre.

ESTADISTICA HIDROLOGICA
DURANTE LOS ULTIMOS 11 AÑOS

- 14 -

ENERO

Años	Descargas medias lts/seg.	Descargas máximas lts/seg.	Descargas mínimas lts/seg.	Descargas total lts/seg.
1957	15,986	36,500	11,000	42' 817,248
1958	17,443	40,000	11,500	46' 720,800
1959	12,203	15,500	11,300	32' 685,120
1960	31,352	60,900	18,000	83' 584,432
1961	27,212	59,500	15,500	72' 547,192
1962	41,032	84,000	25,800	109' 391,312
1963	48,358	69,400	21,400	128' 922,428
1964	22,894	26,700	20,700	61' 035, 404
1965	18,454	26,060	13,300	49' 198,364
1966	32,508	72,000	19,900	86' 666,328
1967	29,677	44,300	18,400	79' 488,000

FEBRERO

1957	42,955	100,000	26,000	103' 917,168
1958	43,082	99,800	17,800	141' 244,320
1959	68,839	175,000	13,400	166' 536,000
1960	39,589	69,500	19,200	98' 734,966
1961	50,823	70,500	19,900	122' 550,344
1962	43,331	83,000	25,600	108' 067, 514
1963	49,368	74,000	30,900	118' 878,144
1964	37,631	78,800	24,400	93' 851,714
1965	51,441	108,100	17,800	123' 869,928
1966	28,680	54,090	18,800	69' 061,144
1967	66,168	91,200	33,900	160' 073,280

ESTADISTICA HIDROLOGICA
DURANTE LOS ULTIMOS 11 AÑOS

- 15 -

MARZO

Años	Descargas medias lts/seg.	Descargas máximas lts/seg.	Descargas mínimas lts/seg.	Descargas total lts/seg.
1957	48,806	171,000	28,000	130'723,200
1958	48,445	94,800	28,800	129'755,520
1959	70,642	135,000	29,800	189'207,360
1960	40,839	77,400	20,100	108'876,774
1961	43,116	65,400	29,600	114'947,256
1962	61,759	84,100	35,000	164'649,494
1963	60,723	92,000	33,400	161'887,518
1964	53,532	72,500	35,000	142'716,312
1965	43,937	95,700	24,900	117'136,042
1966	37,717	100,600	22,400	100'553,522
1967	59,503	100,000	41,800	159'373,440

ABRIL

1957	30,933	63,000	19,000	80'179,200
1958	17,992	27,900	14,000	46'634,400
1959	57,917	106,000	27,500	150'120,000
1960	22,333	28,100	19,600	57'619,140
1961	39,490	70,400	23,400	101'884,200
1962	32,115	49,700	22,200	82'856,700
1963	35,457	52,800	26,700	91'479,060
1964	42,377	77,300	32,100	109'332,660
1965	20,750	27,000	17,800	53'535,000
1966	24,887	30,200	20,200	64'511,424
1967	33,723	43,200	26,600	87'410,880

ESTADISTICA HIDROLOGICA
DURANTE LOS ULTIMOS 11 AÑOS

- 16 -

MAYO

Años	Descargas medias lts/seg.	Descargas máximas lts/seg.	Descargas mínimas lts/seg.	Descargas total lts/seg.
1957	14,242	20,000	10,500	38' 145,600
1958	12,321	16,000	11,100	33' 000,480
1959	19,077	31,000	13,100	51' 996,960
1960	14,316	21,400	11,650	38' 166,456
1961	21,679	26,600	16,400	57' 796,214
1962	18,214	28,150	15,050	48' 558,524
1963	21,398	25,800	17,700	57' 047,068
1964	22,369	31,800	17,900	59' 635,754
1965	15,975	20,800	13,200	42' 589,350
1966	18,632	24,900	14,600	49' 905,504
1967	21,429	26,600	18,600	57' 395,520

JUNIO

1957	10,260	11,500	9,100	26' 593,920
1958	10,552	11,250	10,100	27' 349,920
1959	12,942	14,500	11,950	33' 544,800
1960	12,151	13,800	10,095	31' 349,580
1961	14,305	16,400	12,300	36' 906,900
1962	13,913	15,300	13,100	35' 895,540
1963	15,075	17,750	14,100	38' 893,500
1964	15,350	17,700	14,100	39' 603,000
1965	11,931	13,300	10,480	30' 381,980
1966	14,267	15,800	12,900	36' 979,200
1967	18,073	20,100	16,800	46' 846,080

ESTADISTICA HIDROLOGICA
DURANTE LOS ULTIMOS 11 AÑOS

- 17 -

JULIO

Año	Descargas media lts/seg.	Descargas máximas lts/seg.	Descargas mínimas lts/seg.	Descargas total lts/seg.
1957	9,829	10,500	8,900	26' 326,080
1958	10,397	12,500	9,650	27' 846,720
1959	12,239	13,750	10,950	32' 780,160
1960	11,781	13,850	9,800	31' 408,146
1961	12,689	14,250	11,550	33' 828,874
1962	13,976	15,000	11,750	37' 269,016
1963	14,640	15,600	13,050	37' 771,200
1964	14,743	15,600	13,150	39' 304,838
1965	11,533	12,700	10,850	30' 381,980
1966	14,819	17,700	11,400	39' 692,160
1967	18,552	21,200	15,000	49' 688,640

AGOSTO

1957	10,729	13,000	9,800	28' 736,640
1958	10,550	11,200	9,900	28' 257,120
1959	11,586	13,500	10,950	31' 622,400
1960	11,658	15,000	9,650	31' 080,228
1961	12,465	13,750	10,900	33' 231,690
1962	14,161	16,000	13,200	37' 753,226
1963	14,137	15,200	13,400	37' 689,243
1964	14,801	16,000	12,450	39' 459,466
1965	11,116	12,500	10,300	29' 635,256
1966	13,948	14,600	11,400	37' 358,496
1967	17,835	19,900	14,500	47' 770,560

ESTADISTICA HIDROLOGICA
DURANTE LOS ULTIMOS 11 AÑOS

- 18 -

SETIEMBRE

Años	Descargas media lts/seg.	Descargas <u>máximas</u> lts/seg.	Descargas <u>mínimas</u> lts/seg.	Descargas total lts/seg.
1957	11,467	12,900	10,900	29' 721,600
1958	11,135	12,500	10,200	28' 861,920
1959	12,661	13,950	11,000	32' 819,040
1960	12,468	14,300	10,850	32' 167,440
1961	13,057	13,800	11,500	33' 687,060
1962	13,884	15,100	11,900	35' 820,720
1963	14,843	15,900	13,800	38' 294,440
1964	15,398	16,450	13,350	39' 726,840
1965	12,085	12,900	10,700	39' 170,300
1966	14,313	15,800	12,900	37' 100,160
1967	18,917	22,900	15,700	49' 032,000

OCTUBRE

1957	11,426	12,600	10,300	30' 602,880
1958	12,042	13,800	10,050	32' 253,984
1959	16,267	21,650	12,500	43' 562,880
1960	13,184	16,800	10,000	35' 148,544
1961	12,972	14,050	11,650	34' 583,352
1962	13,731	14,950	10,750	36' 150,186
1963	15,485	17,650	13,355	41' 283,010
1964	15,340	16,300	14,000	41' 086,656
1965	12,969	15,900	12,050	34' 575,354
1966	20,106	30,600	12,450	53' 853,120
1967	23,961	32,500	20,100	64' 177,920

ESTADISTICA HIDROLOGICA
DURANTE LOS ULTIMOS 11 AÑOS

NOVIEMBRE

Años	Descargas medias lts/seg.	Descargas máximas lts/seg.	Descargas mínimas lts/seg.	Descargas total lts/seg.
1957	11,888	15,100	10,600	30' 814,560
1958	12,360	14,300	11,290	33' 347,808
1959	15,151	19,900	13,500	39' 299,040
1960	13,622	18,200	10,770	36' 144,760
1961	19,613	38,300	12,250	50' 601,540
1962	12,662	16,300	11,800	32' 667,960
1963	19,114	32,800	14,600	49' 314,120
1964	13,742	18,200	7,850	35' 619,264
1965	13,385	15,200	12,300	54' 533,300
1966	19,337	27,800	15,200	50' 121,418
1967	21,163	24,100	16,800	54' 855,360

DICIEMBRE

1957	13,122	19,000	11,300	35' 147,520
1958	12,451	14,300	11,250	33' 347,808
1959	23,985	36,400	18,400	64' 242,720
1960	13,217	16,850	10,950	35' 236,522
1961	33,755	53,900	19,800	89' 990,830
1962	17,176	29,000	13,300	45' 791,216
1963	33,977	63,900	24,500	90' 582,682
1964	13,202	21,740	11,140	35' 196,532
1965	16,038	11,800	12,800	42' 757,308
1966	26,089	42,000	15,050	69' 876,000
1967	—	—	—	—

C A P I T U L O I V

U B I C A C I O N D E L A S E S T A C I O N E S D E
M U E S T R E O Y N U M E R O D E E L L A S

4.1.- UBICACION Y GASTOS DE LAS DESCARGAS DEL DESAGUE

Los datos sobre la ubicación y gastos de las descargas - del desagüe los hemos obtenido de un estudio similar al presente realizado por exalumnas de la facultad, y que debido al corto tiempo de distanciamiento entre ambas, no se ha encontrado ninguna variación de las descargas que vierten sus desagües al Río Rímac, en el tramo comprendido desde la confluencia de los Ríos Santa Eulalia y San Mateo hasta el final de la ciudad de Chaclacayo, pero si, algunas descargas ubicadas entre Ñaña y la Atarjea.

La relación total de desagües es la siguiente:

Estación 1 - Estación 2.- No hay descargas

Estación 2 - Estación 3.-

D₁, ubicada en Moyopampa en la margen derecha.

D₂, ubicada junto a la Hostería en la margen derecha.

D₃, en Moyopampa con un gasto de 2.7lts./seg. en la margen derecha.

D₄, junto a la papelera con un gasto de 5 lts./seg. en la margen izquierda.

D₅, frente a la papelera con un gasto de 7lts./seg. en la margen derecha.

D₆, a 200mts. del anterior, en la margen derecha.

Estación 3 - Estación 4.-

D₇, a 180mts. de la Escuela Normal de la Cantuta, en la margen izquierda.

D₈, en Pedregal Bajo, margen derecha.

D₉, a 400mts. del anterior, en la margen derecha.

D₁₀, a 300mts. del puente de la Cantuta con un gasto de 1.5 lts./seg. en la margen izquierda del río.

D₁₁, en la Urbanización Santa María con un gasto 0.7lts./seg. en la margen derecha.

D₁₂, a 500mts. aguas arriba del puente Los Angeles, en la margen izquierda.

D₁₃, a 180mts. aguas arriba del puente Los Angeles, en la margen izquierda.



ESTACION N° 1



ESTACION N° 2

D₁₄, a 100 aguas arriba del puente Los Angeles, en la margen izquierda.

D₁₅, en Chaclacayo con un gasto de 7.5 lts./seg. en la margen izquierda.

Estación 4 - Estación 5.-

D₁₆, en Chaclacayo con un gasto de 1.8 lts./seg. en la margen izquierda

D₁₇, D₁₈, D₂₀, en Chaclacayo en la margen izquierda.

D₁₉, a 30mts. del puente Huampaní con un gasto de 1 lt./seg. en la margen derecha.

D₂₁, en Chaclacayo con un gasto de 4 lts./seg. en la margen izquierda.

Estación 5 - Estación 6.- No hay descargas

Estación 6 - Estación 7.-

D₂₂, junto a la Maltería en la margen izquierda.

D₂₃, a 17Kms. de la Atarjea, margen izquierda.

D₂₄, más o menos a 15Kms. de la Atarjea en la margen derecha.

Estación 7 - Estación 8.-

D₂₅, junto a la fábrica de maíz, más o menos a 10Km. de la Atarjea, en la margen derecha.

Resultados más completos sobre este capítulo, lo veremos en los estudios que vienen realizando promociones posteriores a la nuestra.

4.2.- UBICACION Y DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Como se ha escrito anteriormente el sector tema de este estudio está comprendido desde la confluencia del Río Santa Eulalia con el Río San Mateo y la toma de derivación del canal Piedra Liza, teniendo este sector una longitud aproximada de 37.00Kms..

Para realizar un estudio detallado de las características de contaminación y de la autopurificación del Río Rímac hemos ubicado 8 estaciones de muestreo a lo largo del sector en estudio; dichas estaciones se han elegido en los puntos donde cambian las condiciones del río, debido al cambio



ESTACION N.º 3



ESTACION N.º 4

del gasto o porque se añaden nuevas fuentes de contaminación.

Las características y situaciones de cada una de ellas las daremos a continuación y en el sentido aguas abajo.

Estación 1.- Situado al comienzo del sector en estudio, a unos 300mts. de la toma de la antigua hidroeléctrica de Santa Rosa y del pueblo de Ricardo Palma.

Este punto se caracteriza por la apreciable cantidad de piedras y porque hay agua durante todo el año; sus orillas están cubiertas de vegetación pudiéndose observar que la margen izquierda está a un nivel mayor que la margen derecha, también se observa que el caudal del río San Mateo es más fuerte que el del río Santa Eulalia.

En ambas márgenes existen pequeñas chozas y granjas que arrojan sus desagües a las aguas del río.

Estación 2.- Ubicada a 2Kms. más abajo de la primera, en donde el agua a bajado recorriendo una pendiente de 13.25% aproximadamente, las muestras se tomaban de la margen derecha a orillas de la barriada de Moyopampa cuyo desagües -- son arrojados al río; este punto se caracteriza por los -- desperdicios que se encuentran cerca al río y por consi- -- guiente la abundancia de insectos.

Aguas arriba de este punto a unos 50mts. se observó algunas veces la presencia de personas lavando y grupo de -- gentes en picnic.

Estación 3.- Ubicada cerca al puente de Chosica, después de las descargas de la fábrica de papeles.

Este punto es la que lleva el agua más contaminada, ya que recibe los desagües de la población de Chosica y la -- descarga de la papelera.

El agua llega hasta este punto bajando una fuerte pen-- diente de 36% más o menos, por lo que el río lleva una -- apreciable velocidad que a veces es aumentado más por el -- inoremento del caudal debido al funcionamiento de la cen--



ESTACION N° 5



ESTACION N° 6

tral hidroeléctrica.

Estación 4.- Situada junto al puente de Chaclacayo, el agua llega aquí recorriendo una pendiente menor que la anterior, aproximadamente de 18%, por lo que el río lleva una velocidad casi constante.

En ambos márgenes se observa regular vegetación; en la margen izquierda existen algunas chozas que descargan sus desagües directamente al río.

Hasta ésta estación las aguas han estado escurriéndose de una manera casi encajonada.

Estación 5.- Situada a 4.5Kms. de la estación anterior, junto al puente del Golf Club Huampaní.

El agua baja hasta este punto con una pendiente algo menor que el anterior aproximadamente de 17%.

El cauce del río en ésta estación al igual que las siguientes es mucho más amplia que las anteriores, por lo que en la época de sequía las aguas del río no ocupan todo su cauce, pudiéndose observar lechos de piedras con pequeñas vegetaciones.

Estación 6.- Ubicada cerca la puente de Ñaña, el agua llega hasta aquí recorriendo una pendiente de 12%.

Existe poca vegetación en ambos márgenes, las viviendas se encuentran esparcidas y son del tipo rural. Como en algunos otros puntos, en esta estación se vió también personas en picnic.

Estación 7.- Situada junto al puente de Huachipa. El río a seguido su curso hasta aquí, bajando una pendiente de 25%, la zona por donde atravieza el río es descampada con vegetaciones en ambos márgenes. La muestra se tomaba en la margen derecha del río.

Estación 8.- Esta estación la ubicamos en la Atarjea a la entrada de los desarenadores, el agua llega hasta este punto con mucha turbulencia ya que atravieza una pendiente de 17%.



ESTACION N.º 7



ESTACION N.º 8

El agua es sumamente turbia y cargada de suciedad

4.3. NUMERO DE MUESTRAS

Para el desarro de este estudio se llevó a cabo los análisis de las muestras durante seis meses a partur de Setiembre de 1966 a Febrere de 1967, tomando en cada mes dos muestreos correspondientes a un día particular y un día domingo; se hizo esta diferenciación de días de muestreo para poder observar los efectos de las industrias existentes que hace uso de las aguas del río y como tambien de la población visitante; formando así un total de 12 muestreos, las que abarcan tanto la época de sequía como la época de crecimiento.

Las fechas en que se realizaron los muestreos som los siguientes:

Epoca de Estiaje (Domingos)

25 de Setiembre de 1966

23 de Octubre de 1966

27 de Noviembre de 1966

18 de Diciembre de 1966

Epoca de Estiaje (No Domingos)

28 de Setiembre de 1966

12 de Octubre de 1966

9 de Noviembre de 1966

Epoca de creciente (Domingos)

29 de Enero de 1967

26 de febrero de 1967

Epoca de creciente (No Domingos)

29 de Diciembre de 1966

24 de Enero de 1967

21 de Febrero de 1967

4.4.- TIPO DE ANALISIS QUE SE LLEVARON A CABO

El conocimiento del grado de contaminación al que está sometido un río, así como la forma en que se está llevando a cabo el proceso de autopurificación se adquiere mediante el estudio y análisis de ciertas características que reciben el nombre de parámetros de contaminación y purificación natural.

El mecanismo de la autopurificación es activado esencialmente por fuerzas biológicas cuya acción depende de las características físicas y químicas del medio en que se desarrollan y más aún, las reacciones que acompañan a este proceso se manifiesta por cambios tanto físicos, químicos como biológicos. Por consiguiente los parámetros de la contaminación y purificación natural son de origen físico, químico y biológico.

En el presente estudio hemos realizado las determinaciones de los parámetros que interesan para el conocimiento de las condiciones prevalecientes de la polución y de la capacidad de autopurificación del río.

4.4.1.-Parámetros Físicos.-

Turbiedad.- Es causada por la presencia de materia en suspensión como arcilla, sílice, materia orgánica finamente dividida, plankton y otros organismos microscópicos.

Temperatura.- Nos indica en que condiciones se desarrolla el proceso de la purificación natural; como sabemos los fenómenos físicos, las reacciones químicas y los procesos biológicos son sensibles y dependientes de ella.

4.4.2.-Parámetros Químicos.-

Alcalinidad.- La alcalinidad expresa condiciones del medio ambiente del río, sobre todo porque la vida de bacterias y microorganismos está regida

por estas condiciones.

Representa la demanda de ácido de las aguas para alcanzar la neutralización frente a un indicador apropiado. La alcalinidad es impartida por la presencia en las aguas de los bicarbonatos, carbonatos, e hidróxidos, puede ser incrementada también por la presencia accidental de otras sustancias de hidrólisis alcalinas como boratos, fosfatos y silicatos alcalinos.

Concentración de (H^+) PH.- La concentración del H^+ indica el grado de disociación iónica del agua.

El PH es el logaritmo de la recíproca de la concentración del ión H, o más precisamente de la actividad del ión H, expresada en moles por litro.

Cloruro.- Los cloruros son sustancias inorgánicas - que se encuentran comunmente en la orina del hombre y los animales. Como son sustancias inorgánicas en solución, no son afectadas por los procesos biológicos, ni por la sedimentación. Su disminución es un proceso de tratamiento a una corriente, es indicio de dilución y la reducción de la cantidad de cloruros será proporcional a la cantidad de agua de dilución.

Sulfatos.- Indica el índice de la composición química del agua y su adaptabilidad para ciertos usos.

Los sulfatos se encuentran en las aguas como producto final de las reacciones de degradación y descomposición que tiene lugar durante el proceso de purificación natural.

Nitrógeno Amoniacal.- El nitrógeno amoniacal, es el resultado de la descomposición bacteriana de la materia orgánica que considerado conjuntamente con el nitrógeno orgánico dá un índice de la materia nitrogenada orgánica contenida en las aguas negras.

Las aguas negras recientes y frías son pobres en nitrógeno amoniacal o amonio libre, en cambio las aguas alteradas y calientes son relativamente ricas en dicha sustancia; es decir el amonio libre se produce en aguas donde hay activa descomposición, lo cual se sabe ocurre en la 2da. zona de autopurificación, siendo esta la causa por la cual el contenido de nitrógeno amoniacal va aumentando progresivamente en la zona de degradación, hasta alcanzar el máximo valor en la primera parte de la siguiente zona.

El nitrógeno amoniacal no se puede tomar como índice de la cantidad de materia orgánica descompuesta ya que es un producto intermedio de la descomposición de la materia orgánica y su producción no es acumulativa y continuamente se escapa a la atmósfera o es oxidada por acción de las bacterias a nítritos o nitratos.

Lo que si podemos establecer es que el aumento del nitrógeno amoniacal ocurre en la zona en la cual es mayor el contenido de materia orgánica y que la disminución de esta hace del nitrógeno marca el término de la descomposición activa y una reducción en el contenido orgánico de las aguas.

Nítrito.- El nítrito se presenta en las aguas como un producto intermedio en los procesos de oxidación dando nitratos o reducción para formar amoníaco.

Los nítritos desaparecen en presencia de la descomposición anaeróbica, usualmente están presentes en zona de descomposición activa, alcanzando su máximo valor poco después de que el nitrógeno amoniacal ha llegado a su máximo, es decir que los nítritos se presentan en la mayor concentración hacia el final de la 2da. etapa de autopurificación.

Nitrato.- El nitrato representa la fase más altamen

te oxidada en el ciclo del nitrógeno y alcanza normalmente concentraciones importantes en las etapas finales de la oxidación biológicas, por lo tanto - su presencia puede ser indicio de estabilidad.

Pero no siempre corresponde el máximo contenido de nitratos en la zona de recuperación, pues frecuentemente se presenta aquí una fuerte disminución en el contenido de aquellos, lo cual se debe a la aparición y restablecimiento de los organismos vegetales que forman parte del plankton, y a la de los vegetales de organización superior, los cuales utilizan a los nitratos para su alimentación.

Oxígeno disuelto.- El oxígeno disuelto es un factor importante que mide el grado de degradación o de recuperación que tiene un río.

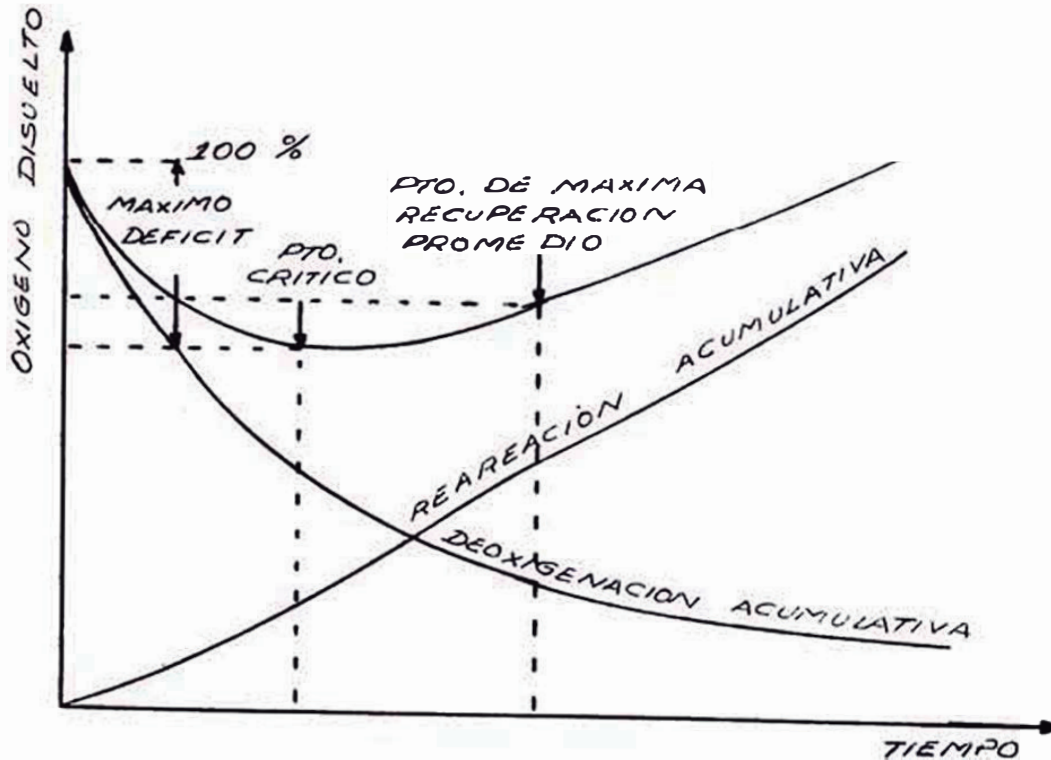
La solubilidad del oxígeno en el agua es afectada por la turbulencia en la superficie, por la temperatura, por la presión atmosférica, por el porcentaje de oxígeno en la atmósfera, por la deficiencia de oxígeno en el agua y por el área de la superficie expuesta a la atmósfera.

Si hay materia orgánica presente en el agua puede reducir el contenido de O. en ella, hasta llegar igual a cero. Las aguas negras, carecen frecuentemente de O. disuelto por esta razón.

Vamos a explicar lo que sucede exactamente con las cantidades de O. de una corriente bajo las influencias combinadas de la deoxigenación que resulta de la polución y de la reareación que sigue el establecimiento de un régimen de oxígeno.

Cuando una corriente contaminada por polución, está expuesta al aire, tiene lugar simultáneamente la deoxigenación y la aereación, de tal modo que se puede determinar la cantidad de oxígeno disuelto presente en cada instante, mediante el conoci-

miento de las intensidades combinadas de ambos fenómenos. La superposición de los fenómenos de deoxigenación de las aguas contaminadas y su oxigenación o aereación origina una curva característica del déficit de Oxígeno disuelto a través del escurrimento.



Las propiedades matemáticas de la curva en relación con los cálculos de contaminación permitida en las aguas receptoras han sido formuladas en los estudios de Streeter y Phelps.

La ecuación diferencial que identifica la acción combinada de deoxigenación y reareación establece que el cambio en el déficit de oxígeno disuelto $\frac{dD}{dt}$ es igual a la suma algebraica de la utilización del oxígeno por la DBO, en ausencia -

de aereación, $\frac{D_t}{dt} = K_1(L_a - j)$ y la tasa de absorción de O por oxigenación en ausencia de la DBO $\frac{D_t}{dt} = -K_2 D_t$.

(El déficit de O aumenta a una tasa que es proporcional a la demanda de oxígeno de la materia orgánica).

El déficit decrece por la aereación a una tasa que es proporcional al déficit mismo, en consecuencia:

$$\frac{D_t}{dt} = K_1(L_a - j) - K_2 D_t$$

Integrando esta ecuación entre los límites D_a , - - igual al déficit de oxígeno, en el punto de contaminación ($t=0$; $L_a - j=0$) y D_t correspondiente al punto distante un tiempo t del punto de contaminación se tiene:

$$D_t = \frac{K_1 L_a}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + D_a 10^{-K_2 t}$$

K_1 = constante de velocidad de reacción de deoxigenación

K_2 = constante de velocidad de reacción de oxigenación

L_a = valor último de la DBO en la 1ra. etapa

D_a = déficit de oxígeno disuelto en el punto de contaminación

D_t = déficit de oxígeno disuelto en un punto distante un tiempo t del punto de contaminación

t = tiempo

En la curva de oxigenación hay 2 puntos características de gran importancia: 1º) el punto crítico, es el punto de máximo déficit de oxígeno; y 2º) el punto de inflexión que corresponde al punto de - - máxima tasa de recuperación de oxígeno.

Por todo lo visto anteriormente podemos decir - que la determinación del oxígeno disuelto en aguas contaminadas por polución, es una de las pruebas -

químicas más significativas, especialmente cuando se combina con la prueba de DBO, pues mientras haya O.D. en el agua no tendrá lugar la putrefacción.

Demanda bioquímica de oxígeno.- Es la cantidad de Oxígeno que será consumida durante la completa oxidación bioquímica de la materia orgánica contenida en las aguas, en el sitio y a la hora en que se capte la muestra.

La demanda de oxígeno en agua polucionada se debe a 3 clases de materiales:

- a.- **Materiales orgánicos carbonosos**, que se aprovechan como una fuente de nutrientes por los organismos aeróbicos.
- b.- **Materiales nitrogenados oxidables**, que se derivan de los compuestos de nítrito, amoniaco y nitrógeno orgánico que sirven de nutrientes a bacterias específicos.
- c.- **Ciertos compuestos químicos reductores** (hierro ferroso, sulfito y sulfuro) que reaccionan con el oxígeno molecularmente disuelto.

Los estudios realizados acerca de las características de la reacción del DBO, permitieron a Stretter y Phelps enunciar la siguiente ley: "La variación de la oxidación bioquímica de la materia orgánica es proporcional a la concentración remanente de sustancia no oxidada, medida en términos de la oxibilidad".

La representación matemática de esta ley es:

$$L_t = L_a \times 10^{-K_1 t}$$

en donde L_a = DBO inicial

L_t = DBO correspondiente a un tiempo t

K_1 = constante de deoxigenación

Esta ecuación presenta una reacción monomolecular, que solo da valores aproximados matemática-

mente para pequeñas porciones de la curva DBO, porque los parámetros K y L son muy variables.

Es interesante hacer notar que existe manifestaciones que se partan de esta ley monomolecular, -- una de aquellas excepciones es la reacción de oxidación, aparentemente independiente llamada nitrificación la cual representa una serie asociada de reacciones.

Adeney ha demostrado que la oxidación natural se realiza en 2 fases: 1ª) la materia carbonosa y 2ª) la materia nitrogenada.

Estudios de una extensa serie de determinaciones de la DBO en 40 días, hechos por el Distrito de Sanidad de Chicago, en el río Illinois, mostraron que el punto de inflexión o cambio de la 1ª fase a la 2ª, se verifica aproximadamente en unos 9 a 10 días. Se ha comprobado también que a 20°C la velocidad específica de la 2ª fase de nitrificación de la oxidación, es aproximadamente una tercera parte de la velocidad de la primera fase carbonada.

Según la ecuación matemática del DBO vemos que ella es una función del tiempo y además por su carácter bioquímico estará íntimamente ligado a la temperatura. Es por esta razón que todo valor de DBO debe estar acompañado de los datos correspondientes a la temperatura y al tiempo en que se realiza la determinación; y la técnica de ésta recomienda como standar la determinación a 20°C y a los 5 días.

4.4.3.-Parámetros biológicos.-

Cuenta standar de bacterias en agar.- Los exámenes bacteriológicos de rutina tienen por objeto calificar la calidad higiénica de las muestras de agua sometida a análisis. La cantidad de elemento

nutritivo de que puedan disponer los gérmenes es el factor más importante de todos los que determinan el número de gérmenes de un agua dada. Cuando la materia orgánica es abundante también son abundantes los gérmenes, cuando es escasa, se encuentra pocos gérmenes y tienden a morir.

Corresponde sin embargo señalar que tales métodos de rutina no permiten identificar o aislar las bacterias patógenas que contengan las aguas sino que ellos tienen como fin primordial, la indicación del grado de contaminación producido por desechos de origen humano o animal.

El sembrío y cuenta standar en agar a 37°C, constituye una medida de un grupo heterogéneo de bacterias, esta determinación no nos indica la flora total de bacterias sino una parte de ella, y que está constituida por aquellas que son capaces de desarrollarse en las condiciones dadas del medio de cultivo.

Para la cuenta de bacterias se tomó en consideración aquellas placas que presenten entre 30 y 300 colonias y los resultados que se registren deben ser el promedio de todas las placas que se hayan sembrado con el mismo volumen.

Determinación del Índice Coli.- La experiencia ha establecido la significación de las densidades del grupo coliforme, como criterio del grado de contaminación que muestran los resultados bacteriológicos y en consecuencia la calidad sanitaria del agua en examen.

La presencia de este grupo de bacterias en el agua indica que las aguas en cuestión han recibido una polución de heces humanas o de animales y en consecuencia indica la posibilidad de que existan también en las aguas organismos patógenos de ori--

gen intestinal tales como los de la fiebre tifoidea y la disentería.

El grupo coliforme incluye las bacterias de 2 géneros el escherichia y el aerobacter, el primero es de origen netamente intestinal, mientras que el segundo son organismos que se desarrollan en el suelo.

Los resultados de las pruebas coliformes se dan por el índice del "número más probable" (NMP), pero debe entenderse que al proceder así, se concede que ese índice es el número de bacterias coliformes que tiene mayor probabilidad, sobre cualquier otro número, de conducir a 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 valiosa para juzgar la calidad sanitaria de las aguas.

C A P I T U L O V

R E S U L T A D O S D E L O S A N A L I S I S

Q U E S E L L E V A R O N A C A B O

RESULTADOS OBTENIDOS

Para el estudio de las condiciones prevalecientes de población y de la capacidad de autopurificación del Río Rímac, - realizamos un período de 6 meses de observación, cuyos resultados nos dará idea de las condiciones promedios del río.

Algunos de los exámenes físicos y químicos, tales como - la temperatura, alcalinidad, anhídrido carbónico y el oxígeno disuelto se realizó en el mismo campo de observación tomando - siempre todas las precauciones para evitar cualquier error.

Otros exámenes como la turbidez, el nitrógeno amoniacal, nítritos y sulfatos se determinaron con el colorímetro HACH DR, cuyos resultados se obtienen en unas escalas pre-calibradas para una lectura directa en partes por millón o unidades de la - sustancia que se determina.

Finalmente, las determinaciones del cloruro, del BOD a - los 5 días y 20°C y los exámenes biológicos se llevaron a cabo en el laboratorio siguiendo el método Standar.

Los resultados de todas las investigaciones están representados en los cuadros adjuntos.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN SET. 25 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M/seg.	0.9	0.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
VELOCIDAD M/seg.	0.75	0.35	2.00	2.20	1.50	1.70	1.50	
HORA DE MUESTREO	10.30	11.15	11.50	12.50	13.05	13.15	13.45	16.00
TEMPERATURA AGUA °C	20	22	17	20	20	21	23	22
TEMPERATURA AMBIENTE °C	24	26	25	25	24	22	22	16
TURBIDOEZ P.P.M.	14	12	22	21	19	24	21	16
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	34.2	34.2	34.2	51.3	34.2	34.2	34.2	51.3
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	171	136.8	136.8	188.1	171	171	153.9	171
CONCENTRACION DE (H) ⁺ P.H.	8.60	8.15	8.45	8.30	8.35	8.40	8.40	8.35
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt.	928	440	1248					
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt.	546	282	628					
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	5	5	5	5	0	.5	0	0
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.1	0.28	0.31	0.25	0.25	0.55	0.21	0.15
SULFATOS P.P.M.	137.5	151.25	143	140.25	143	151.25	143	165
CLORUROS P.P.M.	20.6	23.18	21.46	18.89	21.46	19.75	22.32	21.46
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	5.6	7.0	6.2	6.6	7.9	7.7	7.5	7.2
PORCENTAJE SATURACION O.D.	61.06	79.27	63.69	72	86.20	85.7	86.49	81.5
BOO P.P.M. a 5 DIAS Y 20 °C	0.95	0.87	0.90	0.81	1.20	0.86	0.73	0.80
BACTERIAS POR C.C. EN AGAR	13700	6800	8700	10200	12300	82000	37000	9700
INDICE COLI COLONIAS/100 cc MHP.	2300	93000	230000	230000	93000	150000	9300	21,000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN SET. 28. 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /Sg	0.9	0.3	0.5	0.5	11.0	11.0	11.0	11.0
VELOCIDAD M/Sg	0.75	0.35	0.45	0.50	1.55	1.70	1.60	
HORA DE MUESTREO	12.40	13.10	13.35	13.55	14.23	14.55	15.35	16.15
TEMPERATURA AGUA °C	21.5	21	23	26	19	20.5	22	23
TEMPERATURA AMBIENTE °C	23	28	27	28	26	26	20	17
TURBIDEZ RPH.	330	60	500	29	60	39	55	65
ALCALINIDAD DE CO ₂ RPH.	34.2	51.3	51.3	17.1	51.3	51.3	34.2	51.3
ALCALINIDAD DE HCO ₃ RPH.	136.8	136.8	136.8	136.8	136.8	153.9	136.8	136.8
CONCENTRACION DE (M ³) PH	8.30	8.50	7.50	8.60	8.65	8.60	8.60	8.65
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt	17666	440	1248	430	462	12.67	488	380
PERDIDAS POR IGNICION %/Lt	17284	284	628.4	356	404			
ANHIDRIDO CARBONICO RPH.	5	0	10	5	0	0	0	0
NITROGENO AMONIACAL RPH.	0.40	1.40	280	1.45	1.10	1.35	1.22	1.80
SULFATOS RPH.	165	165	165	165	137.5	136.95	151.25	165
CLORUROS RPH.	30.90	18.03	33.48	25.76	18.89	17.17	19.75	21.46
OXIGENO DISUELTO RPH.	3.70	6.80	5.10	6.40	8.10	7.80	7.60	7.70
PORCENTAJE SATURACION O ₂	41.50	75.60	58.70	78	86.60	86	86	88.60
BOD RPH A 5 DIAS Y 20°C	1.27	1.30	0.85	2.20	1.30	0.90	0.60	0.60
BACTERIAS POR % EN AGAR	430	4800	7700	1070	42000	6600	4900	3800
INDICE COLI colonias/100 c.c. NMP	23000	4300	430000	430000	43000	150000	43000	12000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN OCT. 12 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /Seg.	0.9	0.3	0.5	0.5	17.0	17.0	17.0	17.0
VELOCIDAD M/Seg	0.75	0.35	0.45	0.50	1.90	2.10	2.00	
HORA DE MUESTREO	12	12.30	12.55	13.30	14.05	14.35	15.10	15.50
TEMPERATURA AGUA °C	22	23	22	24	18	19	20	20.5
TEMPERATURA AMBIENTE °C	24	26	27	25	21	23	21	18.5
TURBIDEZ P.P.M.	10	12	75	10	38	42	30	38
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	17.1	34.2
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	119.7	136.8	119.7	136.8	153.9	153.9	153.9	136.8
CONCENTRACION DE (NH ₄) P.H.	8.50	8.65	8.15	9.0	8.30	8.30	8.40	8.70
SOLIDOS TOTALES M/Lt	362	450	542	438	410	448	356	462
PERDIDAS POR IGNICION M/Lt	224	336	330	316	294	325	242	340
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	0	0	5	5	0	0	5	5
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.20	0.32	0.20	0.30	0.26	0.38	0.15	0.25
SULFATOS P.P.M.	104.5	148.5	137.5	151.25	104.50	118.25	123.75	121
CLORUROS P.P.M.	8.25	8.72	7.57	7.84	8.63	7.32	7.45	7.45
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	8.35	8.56	10.80	8.40	9.60	9.10	9	9.1
PORCENTAJE SATURACION O.D	94.6	98.5	120.5	98.60	100.6	97.4	98	100.2
B.O.D. P.P.M. a 5 DIAS y 20°C		4.3		1.90	1.0	1.3	0.8	2
BACTERIAS POR % EN AGAR	5800	1060	9300	5600	4200	6400	4800	1060
INDICE COLI COLONIAS/100 cc. NMP	4300	2300	93000	23000	43000	93000	43000	15000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN OCT. 23 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M/Seg	0.9	0.3	12.0	12.0	19.5	19.5	19.5	19.5
VELOCIDAD M/Seg	0.75	0.35	2.30	2.40	2.00	2.30	2.10	
HORA DE MUESTREO	12.10	12.40	13.00	13.40	14.00	14.30	15.10	16.00
TEMPERATURA AGUA °C	18.5	19.0	20.0	22.0	20	20.5	21.0	21.0
TEMPERATURA AMBIENTE °C	20	22	23	21	18	20	18	16
TURBIDEZ P.P.M.	12	5	10	11	14	10	10	6.5
ALCALINIDAD DE CO ₃ P.P.M.	0	17.1	51.3	51.3	51.3	68.4	51.3	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	153.9	.171	119.7	119.7	119.7	119.7	136.8	119.7
CONCENTRACION DE (H ⁺) PH	8.45	8.35	8.20	8.45	8.50	8.25	8.30	8.30
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt	1176	1110	652	674	542	1716	644	622
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt.	908	738	528	596	272	776	552	502
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.95	0.80	1.34	1.05	0.65	0.63	0.77	0.95
SULFATOS P.P.M.	118.25	123.75	96.25	104.50	104.50	110	110.55	115.50
CLORUROS P.P.M.	7.74	8.17	6.88	6.88	7.71	7.31	7.74	7.74
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	9	8.6	8.9	8.7	9	8.8	9.2	9.4
PORCENTAJE SATURACION O.D.	95.3	92	97	98.5	98.1	97	102	104
BOD PPM a 5 DIAS Y 20°C	1.90	1.3	1.3	0.6	1.4	0.5	1.1	0.6
BACTERIAS POR % en AGAR	575	1020	2555	3800	4200	38000	4350	575
INDICE COLI colonias/100 cc NMP	15000	15000	430000	93000	93000	43000	43000	43000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTRO REALIZADO EN NOV. 9 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /59.	0.9	0.3	6.0	6.0	15.5	15.5	15.5	15.5
VELOCIDAD M/59.	0.75	0.35	0.50	0.50	1.80	2.0	1.90	
HORA DE MUESTRO	11.15	11.40	12.02	12.25	1.00	1.25	1.55	2.45
TEMPERATURA AGUA °C	21	22	18	19.5	18	20	20	19
TEMPERATURA AMBIENTE °C	22	23	24	23	21	22	21	20.5
TURBIDEZ P.P.M.	5	9	21	13	16	18	15	11
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	136.8	153.9	136.8	136.8	136.8	136.8	136.8	136.8
CONCENTRACION DE (H ⁺) PH	8.20	8.70	8.55	8.55	8.35	8.56	8.45	8.50
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt	406	542	456	466	448	434	496	488
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt	238	362	298	338	298	306	356	376
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	5	5	5	10	0	5	0	5
NITROGENO AMONIA CAL P.P.M.	0.89	0.96	1.32	1.05	1.80	1.20	1.31	1.48
NITRITOS P.P.M.	1.50	1.55	0	0.10	0.15	0.30	0.42	0.50
NITRATOS P.P.M.	3.0	1.65	0	0.10	0.15	0.30	1.18	1.30
SULFATOS P.P.M.	121	165	142	134.75	123.75	137.50	154	148.50
CLORUROS P.P.M.	18.7	23.8	25.5	19.5	17.85	20.4	19.5	20.0
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	8.8	8.7	8.5	8.2	8.7	8.3	8	8.6
PORCENTAJE SATURACION O.O	98	98.5	89.1	88.6	91.2	90.5	87.3	92.0
DOO PPM a 5 DIAS a 20°C	0.30	2.80	1.14	0.35	4.90	2.5	2.75	2.2
BACTERIAS POR % EN AGAR	3850	5400	9350	5600	4200	6400	4800	10600
INDICE COLI COLONIAS/100 c.c. N.A.P.	9300	75000	230000	93000	23000	230000	43000	23000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN NOV. 27 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /seg.	8.0	8.0	4.0	4.0	14.0	14.0	14.0	14.0
VELOCIDAD M/seg.	2.20	1.80	1.30	1.35	1.70	1.90	1.80	
HORA DE MUESTREO	10.07	10.45	11.00	11.20	11.40	12.05	12.25	13.05
TEMPERATURA AGUA °C	18	19	19	20	19	20.5	21	24
TEMPERATURA AMBIENTE °C	23.5	27	27	30	25	26	24	26
TURBIDEZ P.P.M.	18	49	45	25	15	28	11	28
ALCALINIDAD DE CO ₃ P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	92	122	108	118	118	126	124	136
CONCENTRACION DE (H ⁺) PH	7.70	8.30	8.40	8.45	8.25	8.25	8.20	8.20
SOLIDOS TOTALES Mg/lt.	424	408	6.38	558	522	530	556	2055.2
PERDIDAS POR EBULSION H/lt.	344	356	520	400	380	406	356	19188
AMONIO CARBONICO P.P.M.	5	5	10	10	5	10	5	5
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.12	0.38	0.65	0.39	0.40	0.32	0.40	0.29
NITRITOS P.P.M.	0.005	0.003	0.003	0.008	0.006	0.006	0.01	0.007
NITRATOS P.P.M.	1.495	1.237	0.397	0.292	0.214	0	0	0
SULFATOS P.P.M.	132	165	165	165	159.5	159.5	156.75	156.75
CLORUROS P.P.M.	12.8	18.2	28.8	19.2	15.2	24	16.8	16.8
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	8.5	8.7	8.3	8.7	8.6	8.8	8.4	7.8
PORCENTAJE SATURACION OD.	89.1	93.1	88.7	94.8	92	96.9	93.4	91.4
OD P.P.M. a 5 DIAS y 20 °C	0	0.5	1.59	0.55	0.5	0.7	1.0	0.1
BACTERIAS POR % EN AGAR	1160	840	1360	700	2120	1290	717	1620
INDICE COLI COLONIAS/100 CC. N.M.P.		2300	930000	93000	430000	93000	150000	93000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN D/C. 18 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /seg	28.5	28.5	24.0	24.0	33.0	33.0	33.0	33.0
VELOCIDAD M/seg	2.90	2.35	2.25	2.40	2.75	3.00	2.80	
HORA DE MUESTREO	11.05	11.20	11.35	12.00	12.20	12.35	13.10	13.40
TEMPERATURA AGUA °C	18	18	18	20	20	21	23	23
TEMPERATURA AMBIENTE °C	28	32	31	30	29	27	27	27
TURBIDEZ P.P.M.	9	5	4	13	4	8	6	6
ALCALINIDAD DE CO ₃ P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	1539	136.8	102.6	119.7	102.6	119.7	119.7	119.7
CONCENTRACION DE (H+) PH	8.0	8.10	8.05	8.05	8.10	8.20	8.15	8.20
SOLIDOS TOTALES Mg/B.	729	648	675	580	538	525	610	690
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt	579	499	520	410	378	360	438	415
AMHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	5	5	15	10	5	5	10	15
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	12	1.1	0.89	1.64	1.0	1.35	0.83	0.93
NITRITOS P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
NITRATOS P.P.M.	0.10	0.22	0.62	0.20	1.10	0.5	0.9	0
SULFATOS P.P.M.	110	110	96.25	101.75	99.00	93.50	99	96.25
CLORUROS P.P.M.	13.60	13.60	11.90	11.05	11.05	11.90	12.75	13.60
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	7	7.6	7.2	7.2	7.5	7.4	7.1	7.5
PORCENTAJE SATURACION OD	73.4	79.65	75.45	78.4	81.6	82.5	81.8	86.5
BOD P.P.M. a 5 DIAS Y 20°C	0.72	0.95	1.70	1.80	1.10	0.7	1.6	1.4
BACTERIAS POR c/c EN AGAR	1350	1140	2900	2300	1510	590	1500	2710
INDICE COLI SOBRIAS /100 cc NMP.	2300	7500	93000	43000	23000	93000	43000	230000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN DIC. 29 1966

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /SEG.	4.0	4.0	1.5	1.5	19.5	19.5	19.5	19.5
VELOCIDAD M/SEG.	1.55	1.25	0.80	0.85	2.0	2.30	2.10	
HORA DE MUESTREO	10.35	11.00	11.20	11.45	12.05	12.35	13.00	13.45
TEMPERATURA AGUA °C	20	20	20	24	20	20	22	22
TEMPERATURA AMBIENTE °C	26	28	31	30	30	28	27	27
TURBIDEZ P.P.M.	21	35	49	39	29	22	19	22
ALCALINIDAD DE CO ₃ P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	171	1539	1881	171.0	1539	171.0	188.1	136.8
CONCENTRACION DE (H ⁺) P.H.	7.70	7.65	7.50	7.45	7.65	7.70	7.50	7.60
SOLIDOS TOTALES M _g /lt.	730	650	680	626	610	564	538	560
PERDIDAS POR IGNICION M _g /lt.	430	450	465	512	496	440	420	450
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	5	5	5	10	5	15	10	10
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.35	0.45	0.72	0.73	0.60	0.54	0.74	0.385
NITRITOS P.P.M.	0.017	0.016	0.005	0.022	0.009	0.009	0.007	0.011
NITRATOS P.P.M.	0.403	0.394	0.395	0.398	0.211	0.191	0.173	0.469
SULFATOS P.P.M.	159.5	165.0	165.0	145.0	151.2	162.2	165.0	155.0
CLORUROS P.P.M.	19.8	22.4	21.6	22.5	21.6	20.7	21.6	20.7
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	7.10	7.8	7.6	7.2	7.8	7.4	7.3	7.5
PORCENTAJE SATURACION O.D.	77.4	85	82.7	84.4	85	80.6	82.7	85
BOD P.P.M. a 5 DIAS Y 20°C	0.65	1.5	1.90	1.8	0.9	0.65	1.6	1.3
BACTERIAS POR c.c. EN AGAR	10800	7600	4500	10.300	18000	4500	3500	7200
INDICE COLI COLONIAS/100 c.c. NMP.	4300	2300	23000	23000	43000	93000	43000	15000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN ENE 24 1967

ESTACIONES	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8
DESCARGA M ³ /SEG.	14	14	10.5	10.5	29.0	29.0	29.0	29.0
VELOCIDAD M/SEG.	2.90	2.30	2.10	2.20	2.50	2.75	2.60	
HORA DE MUESTREO	10.55	11.30	11.56	12.13	12.40	13.00	13.26	14.05
TEMPERATURA AGUA °C	19	18	18	19	19	20.5	20	23
TEMPERATURA AMBIENTE °C	26	25.5	27	30	30	27.5	26	29.5
TURBIDEZ P.P.M.	184	180	189	183	183	180	181	142
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	0	17.1	17.1	17.1	17.1	0	0	17.1
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	111.9	86.5	119.7	102.6	102.6	119.7	119.7	119.7
CONCENTRACION DE (H ⁺) P.H.	8.0	7.0	7.75	7.75	7.85	7.70	6.90	7.80
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt	1138	1060	1158	828	796	762	626	595
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt.	956	962	1034	700	686	650	512	496
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	15	10	15	10	10	10	2	1
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.55	0.65	0.63	0.72	0.64	0.49	0.65	0.67
NITRITOS P.P.M.	0.	0	0.001	0	0	0	0.005	0.016
NITRATOS P.P.M.	0.85	0.59	0.599	0.65	0.86	0.59	0.685	0.594
SULFATOS P.P.M.	121	9625	82.50	90.75	96.25	96.25	99	110
CLORUROS P.P.M.	15.3	13.5	13.5	13.5	14.4	15.3	15.3	16.2
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	8.1	8.4	8.4	8.3	8.5	8.4	8.1	8.6
PORCENTAJE SATURACION O.D	86.6	88	88	88.7	91	92.5	88.3	99
BOD P.P.M. a 5 DIAS Y 20°C	0.55	0.40	0.93	1.10	1.65	1.25	1.4	2
BACTERIAS POR c.c. EN AGAR	1600	1600	20000	1500	5200	8300	4900	27000
INDICE COLI colonias/100 c.c. MAP.	23000	43000	2300	230000	93000	43000	43000	43000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN ENE. 29 1967

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /SEG.	12.00	11.50	11.50	11.50	29.00	29.00	29.00	29.00
VELOCIDAD M/SEG.	2.50	2.00	2.30	2.45	2.50	2.70	2.60	
HORA DE MUESTREO	10.30	10.55	11.05	11.25	11.45	12.05	12.30	13.45
TEMPERATURA AGUA °C	19.00	19.00	18.00	19.00	19.50	20.00	22.00	22.50
TEMPERATURA AMBIENTE °C	21	23	25	23	23	24	26.50	24
TURBIDEZ P.P.M.	92	104	49	68	55	99	115	41
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	25.65	0	17.1	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	128.25	102.6	102.6	119.7	102.6	119.7	119.7	119.7
CONCENTRACION DE (NH ₄) P.H.	7.95	7.90	7.95	7.90	8.10	7.90	7.90	7.90
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt.	502	542	512	466	466	500	532	520
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt	368	388	342	320	296	322	404	370
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	10	1.50	10	10	10	2.5	10	15
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	0.45	0.55	0.35	0.38	0.38	0.59	0.72	0.42
NITRITOS P.P.M.	0	0.009	0	0	0.007	0	0	0
NITRATOS P.P.M.	0.67	0.48	0.63	0.59	0.72	0.48	0.75	0.62
SULFATOS P.P.M.	82.50	96.25	85.80	82.50	79.75	79.75	92.40	90.75
CLORUROS P.P.M.	13.50	16.20	15.30	15.30	13.50	14.40	15.30	14.40
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	8.60	8.60	8.80	8.90	8.96	8.70	8.70	8.80
PORCENTAJE SATURACION O.D.	92	92	92.20	94	97	95	98.50	100.50
BOD P.P.M. a 5 DIAS Y 20 °C	1.70	1.70	3.04	2.00	2.15	2.05	1.80	2.05
BACTERIAS POR C.C. EN AGAR	100	230	15000	220	410	456	906	1600
INDICE COLI colonias/100 c.c. AMP.	9300	9300	93000	43000	43000	43000	23000	43000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN FEB. 21 1967

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /SEG.	54.0	54.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0
VELOCIDAD M/SEG.	2.60	2.00	2.10	2.30	2.40	2.60	2.50	
HORA DE MUESTREO	9.40	10.10	10.25	10.40	11.00	11.15	11.40	12.10
TEMPERATURA AGUA °C	15	16	16	16	18	18	19.5	20
TEMPERATURA AMBIENTE °C	23.5	25.0	25.0	24.0	26.5	24.0	27.5	27.0
TURBIDEZ P.P.M.	251	292	300	325	375	350	500	500
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	85.5	85.5	102.6	85.5	85.5	102.6	102.6	85.5
CONCENTRACION DE [H ⁺] P.H.	7.95	7.95	7.95	7.65	7.70	8.30	7.70	7.70
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt.	1120	1220	2536	8.90	990	975	982	623
PERDIAS POR IGNICION Mg/Lt.	940	990	2461	765	820	809	820	481
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	10	15	10	15	20	15	25	25
NITROGENO AMONIAICAL P.P.M.	1.75	1.60	1.64	1.69	1.75	1.10	1.38	1.40
NITRITOS P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
NITRATOS P.P.M.	0.8	0.85	1.00	0.85	1.00	1.3	1.6	2.0
SULFATOS P.P.M.	37.4	46.75	44.0	46.20	41.80	51.70	68.75	53.90
CLORUROS P.P.M.	8.0	8.0	8.8	8.0	16.8	8.8	9.6	9.6
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	8.5	8.7	8.9	8.30	8.3	8.8	8.1	8.7
PORCENTAJE SATURACION O.D.	83.7	87.5	89.5	83.4	87	92.3	91.7	94.8
BOD P.P.M. a 5 DIAS Y 20 °C	0.2	0.7	0.84	1.05	0.50	0.6	0.65	0.7
BACTERIAS POR c.c. EN AGAR	630	710	4200	3310	1550	1510	3700	1560
INDICE COLI COLONIAS/100 c.c. MAP.	4300	9300	4300	23000	43000	93000	150000	43000

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DEL MUESTREO REALIZADO EN FEB. 26 1967

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8
DESCARGA M ³ /SEG.	59.0	59.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
VELOCIDAD M/SEG.	2.70	2.15	2.20	2.35	2.50	2.45	2.60	2.60
HORA DE MUESTREO	9.45	10.0	10.15	10.30	10.45	11.00	11.20	12.00
TEMPERATURA AGUA °C	16	17	17	17	18	18	20	21
TEMPERATURA AMBIENTE °C	20	20	20	22	22	26	29	29
TURBIDEZ P.P.M.	480	500	500	375	370	370	500	500
ALCALINIDAD DE CO ₂ P.P.M.	0	0	0	0	0	0	0	0
ALCALINIDAD DE HCO ₃ P.P.M.	120	140	138	140	120	128	128	130
CONCENTRACION DE (H ⁺) P.H.	7.80	7.80	7.75	7.75	7.80	7.65	7.55	7.70
SOLIDOS TOTALES Mg/Lt.	1098	888	2735	628	610	608	1528	979
PERDIDAS POR IGNICION Mg/Lt.	836	774	2638	580	565	560	1395	806
ANHIDRIDO CARBONICO P.P.M.	15	20	20	25	20	30	30	25
NITROGENO AMONIACAL P.P.M.	1.02	1.10	2.40	1.15	1.62	1.82	2.18	1.60
NITRITOS P.P.M.	0	0.08	0	0	0	0	0	0
NITRATOS P.P.M.	1.38	1.84	4.25	4.00	2.85	3.62	7.80	3.10
SULFATOS P.P.M.	4675	6325	60.50	60.50	5170	55.00	82.5	68.75
CLORUROS P.P.M.	8.8	8.0	8.0	8.4	9.6	16.8	9.6	8.8
OXIGENO DISUELTO P.P.M.	9.6	9.6	10	9.8	9.8	9.7	8.9	9.0
PORCENTAJE SATURACION O.D.	96.5	98.5	102.6	100.5	102.7	101.8	97	100
BOD PPM a 5 DIAS Y 20°C	0.35	0.35	2.10	1.05	1.45	2.25	2.70	3.00
BACTERIAS POR c.c. en AGAR	540	690	3310	3000	1600	1570	3400	1400
INDICE COLI colonias/100 cc.MR.	4300	9300	23000	93000	93000	150000	43000	43000

C A P I T U L O V I

I N T E R P R E T A C I O N D E L O S

R E S U L T A D O S

INTRODUCCION

En base a los resultados obtenidos de los análisis realizados iniciaremos las diferentes interpretaciones, las cuales nos indicará los efectos de la polución y el proceso de la autpurificación de las aguas del Río Rímac.

Para llegar a un conocimiento más preciso de las características de contaminación del Río Rímac; desarrollaremos las interpretaciones según las épocas de estiaje o de crecimiento y cada una de ellas según los días de muestreos ya sean días particulares o días domingos, anteriormente hemos explicado el por que de ésta diferenciación.

5.1.- CARACTERISTICAS DE LA CONTAMINACION Y EL PROCESO DE PURIFICACION

6.1.1.-Características de la contaminación y el proceso de purificación en la época de estiaje.-

La época de estiaje comprende prácticamente los meses de invierno, donde ocurre las peores condiciones de polución y autpurificación, debido a la baja temperatura y poco caudal por la falta de lluvias en la parte alta de la Sierra, dando lugar a una mínima dilución.

El color de las aguas en esta época del año es casi transparente, pudiéndose ver en algunos sitios el cauce del río.

Es corriente también en ésta época del año la afluencia de personas a algunos lugares de distracción como Ricardo Palma, Chosica, Chaclacayo, Huampaní, etc., que probablemente influirá en las características de las aguas del Río Rímac.

6.1.2.-Características de la contaminación y el proceso de purificación en la época de creciente.-

La época de crecimiento es debido a las fuertes lluvias que ocurren en la Sierra y dan lugar a un

considerable aumento en el caudal de las aguas produciendo una máxima dilución que acompañado de una alta temperatura origina las condiciones más favorables en el proceso de la purificación natural.

A continuación realizaremos las diferentes interpretaciones las cuales nos dará las condiciones físicas, químicas y biológicas que presenta el Río Rímac.

INTERPRETACION DE VALORES : TURBIDEZ, SOLIDOS · TOTALES · Y PERDIDAS POR · IGNICION P.P.M

ESTACIONES	N°1			N°2			N°3			N°4		
	T.	S.T.	P.I.	T.	S.T.	P.I.	T.	S.T.	P.I.	T.	S.T.	P.I.
25 SETIEMBRE 1966	14	928	546	12	440	282	22	1248	628.4	21		
28 SETIEMBRE 1966	330	17,666.2	17284.2	60	940	284	500	1248	628.4	29	430	356
12 OCTUBRE 1966	10	362	224	12	450	336	75	542	330	10	438	316
23 OCTUBRE 1966	12	1176	908	5	1110	738	10	652	528	11	674	596
9 NOVIEMBRE 1966	5	406	238	9	542	362	21	456	298	13	466	338
27 NOVIEMBRE 1966	18	426	344	49	408	356	45	368	520	25	558	400
18 DICIEMBRE 1966	9	729	579	5	648	499	4	675	520	13	580	410
29 DICIEMBRE 1966	21			35			49			39	624	512
24 ENERO 1967	184	1138	956	180	1060	962	189	1738	1034	185	828	700
29 ENERO 1967	92	502	368	104	542	388	49	512	348	68	466	320
21 FEBRERO 1967	251	1120	940	292	1100	990	500	2536	2461	325	890	765
26 FEBRERO 1967	480	1098	836	500	880	774	500	2735	2638	375	628	580

INTERPRETACION DE LOS VALORES : TURBIDEZ , SOLIDOS TOTALES Y PERDIDAS POR IGNICION P.P.M.

ESTACIONES	N°5			N°6			N°7			N°8		
	T.	S.T.	P.I.	T.	S.T.	P.I.	T.	S.T.	P.I.	T.	S.T.	P.I.
25 SETIEMBRE 1966	19			24			21			16		
28 SETIEMBRE 1966	60	462	409	39	126		55	488		65	380	
12 OCTUBRE 1966	58	910	294	42	448	325	30	356	242	58	462	340
23 OCTUBRE 1966	14	542	272	10	1716	776	10	644	552	65	662	502
9 NOVIEMBRE 1966	16	448	298	18	434	306	15	496	356	11	488	376
27 NOVIEMBRE 1966	15	522	380	28	530	406	11	556	356	28	20252	19188
18 DICIEMBRE 1966	4	538	378	8	525	360	6	610	438	6	590	415
29 DICIEMBRE 1966	29	610	496	22	564	440	19	538	420	22	560	450
24 ENERO 1967	183	796	686	180	762	650	181	626	512	142	595	496
29 ENERO 1967	55	440	296	99	500	322	115	532	404	41	558	410
21 FEBRERO 1967	375	990	820	350	975	809	500	982	820	500	623	481
26 FEBRERO 1967	370	610	565	370	608	560	500	1528	1390	500	979	806

6.2.- TURBIDEZ

6.2.1.-Epoca de Estiaje.-

La turbidez que se presenta en ésta época es de valores mínimos y de pocas variaciones de estación a estación, excepto la que presenta la curva del muestreo realizado el 27 de Noviembre en la que vemos hay una turbidez relativamente alta en Chosica de allí va disminuyendo para luego aumentar al llegar a la Atarjea, esto puede tener como causa la fuerte pendiente que atravieza las aguas en Chosica y al desagüe de los desarenadores de la Central Hidroeléctrica de Chosica; en la atarjea este aumento es debido a la velocidad con que llega las aguas por el encauzamiento sufrido para entrar a los desarenadores.

6.2.2.-Epoca de Creciente.-

Debido a las fuertes lluvias que se presenta en esta época en la región de la Sierra, se produce un apreciable aumento del caudal los que arrastran las arcillas y sustancias sólidas en suspensión las cuales dan al agua un color marrón característico de la época. También por las grandes velocidades de las aguas dan lugar a la remoción en el lecho del río.

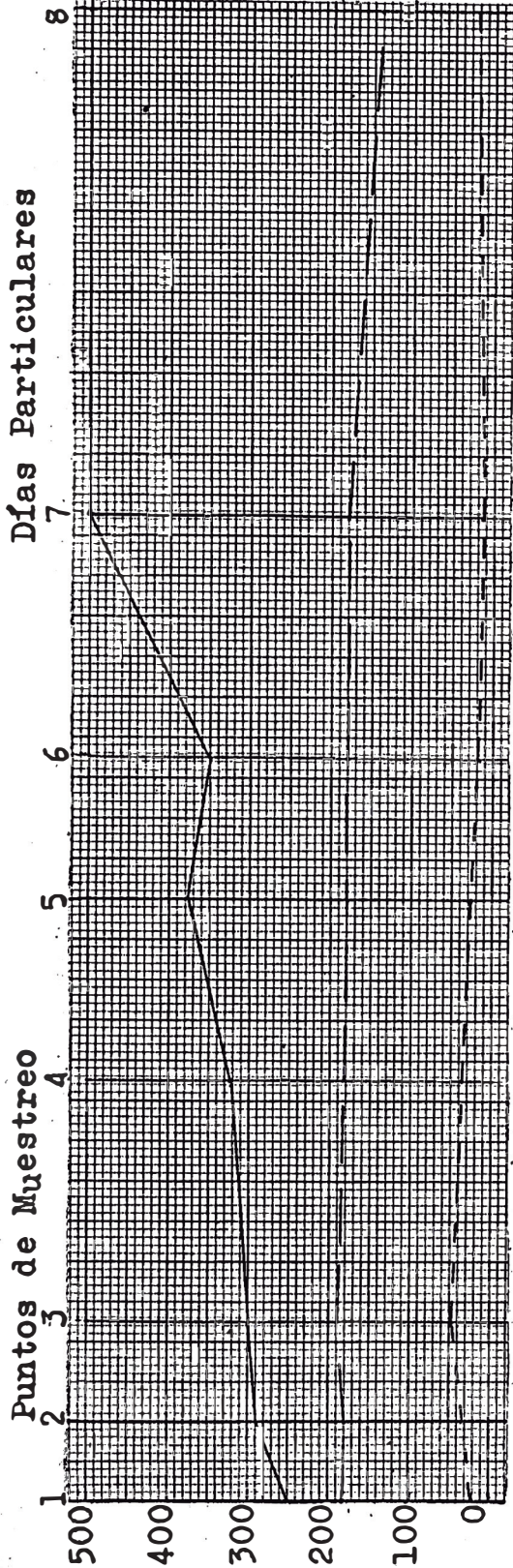
Por estos motivos los valores de la turbidez son altos y se observa solo pequeñas variaciones, el motivo de los aumentos fuera de los ya dicho, puede deberse a las acequias que llegan al río cargadas de partículas en suspensión que son arrastradas de los terrenos por donde atraviesa; y las disminuciones se deben al ensanchamiento del cauce del río ya que el agua pierde velocidad y permiten el asentamiento de las partículas.

6.2.3.-Variación de la turbidez en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

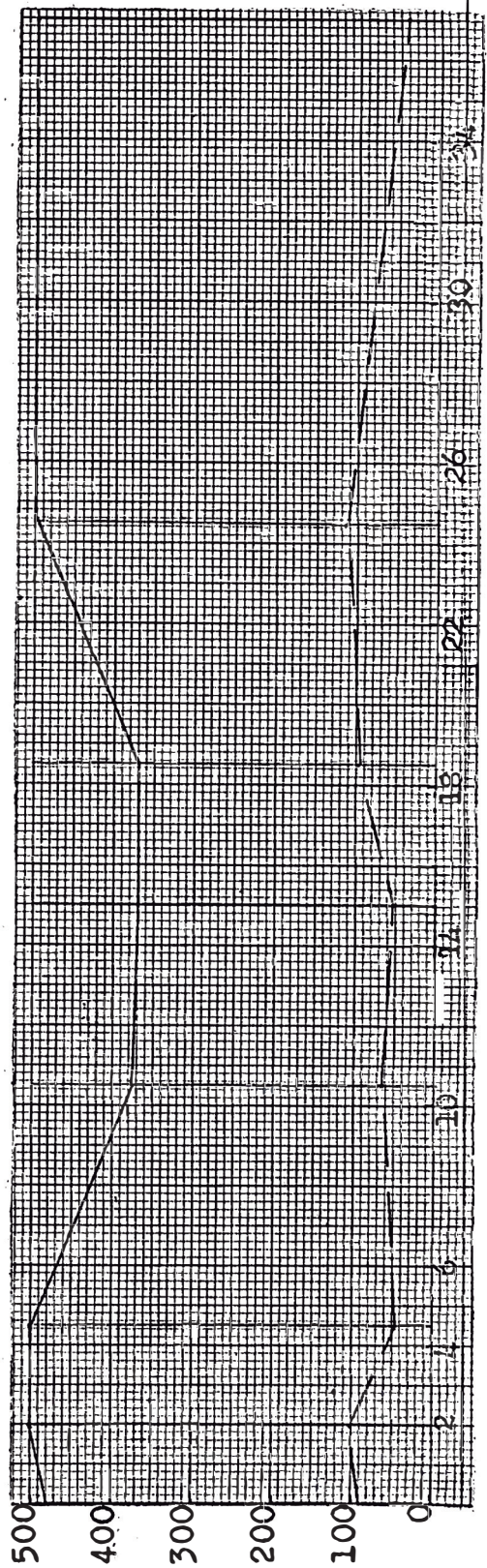
Se observa claramente que en los meses de Setiembre, Octubre y Noviembre que es la época de ce quía, los valores son insignificantes a partir del mes de Diciembre es decir al entrar en la época -- creciente, la turbidez va aumentando progresivamente.

CURVAS DE LA TURBIDEZ

EPOCA DE CRECIENTE



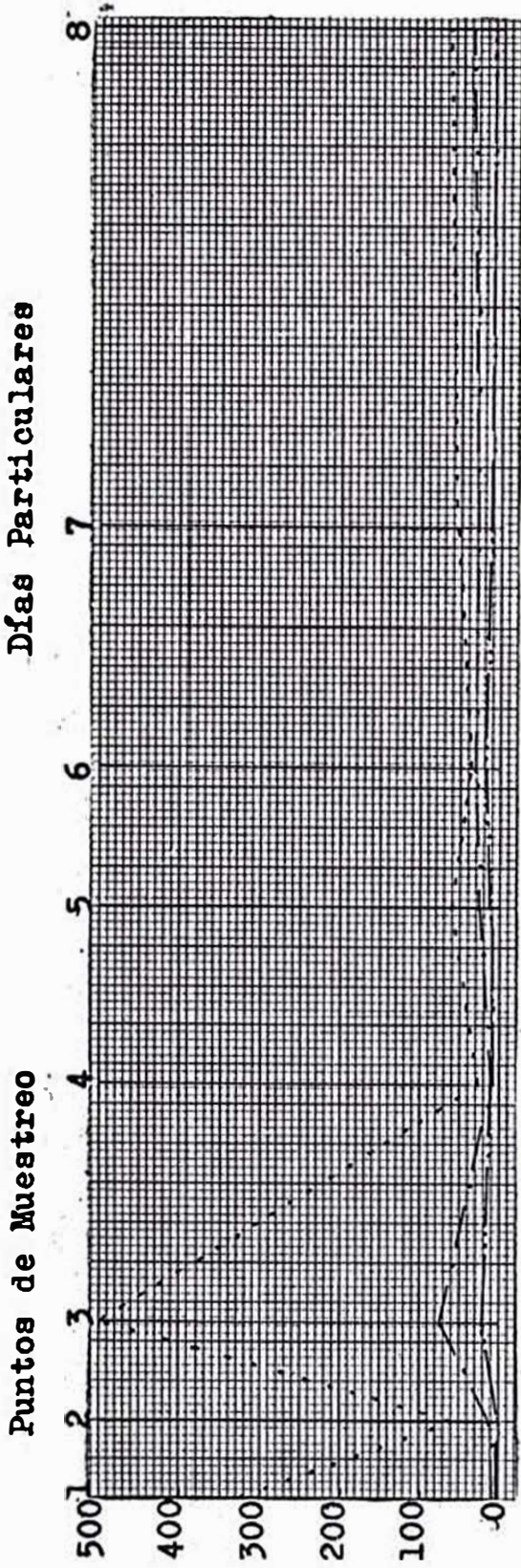
Días Domingos



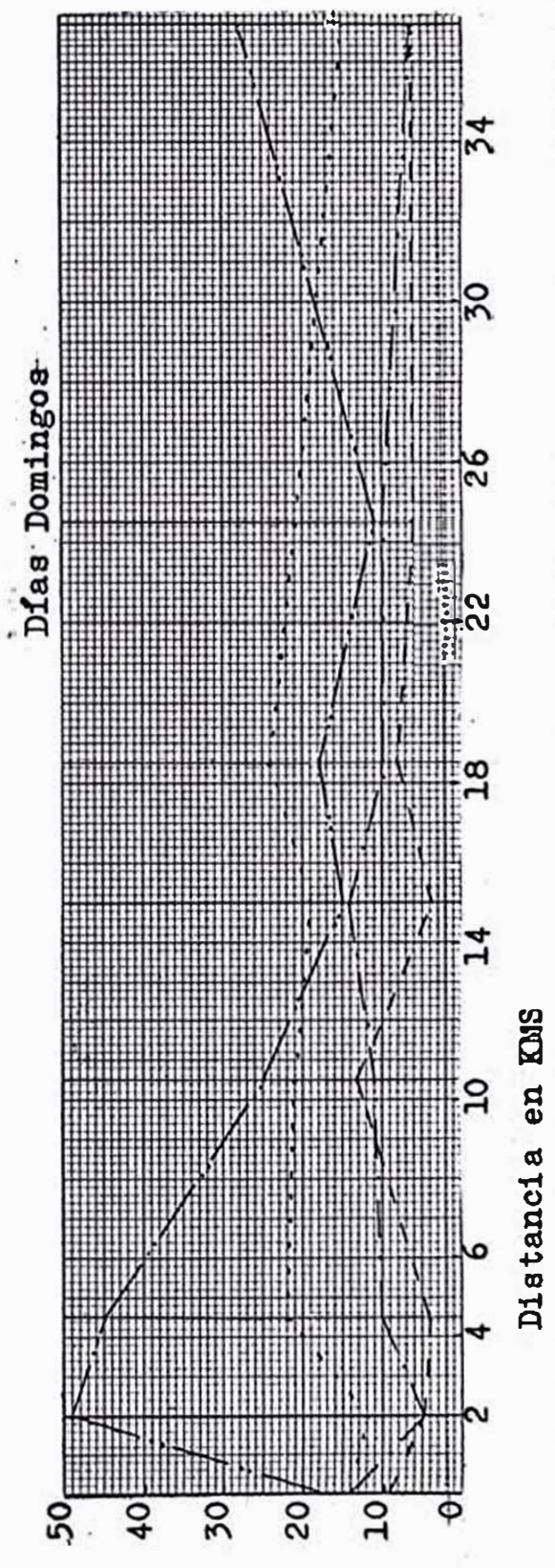
Distancia en KMS

CURVAS DE LA TURBIDEZ

EPOCA DE ESTIAJE



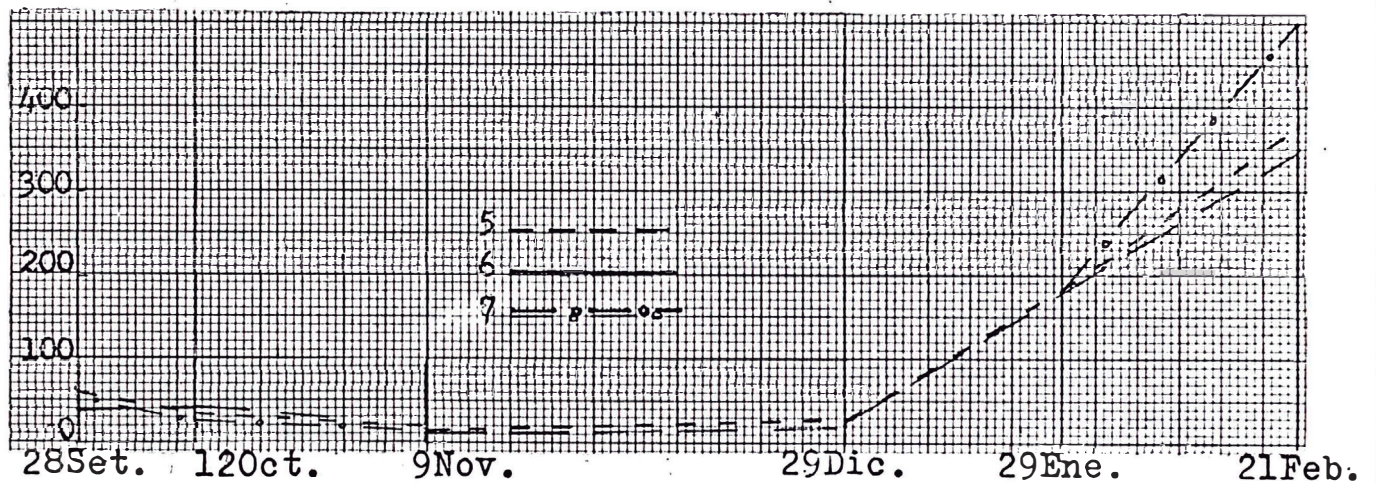
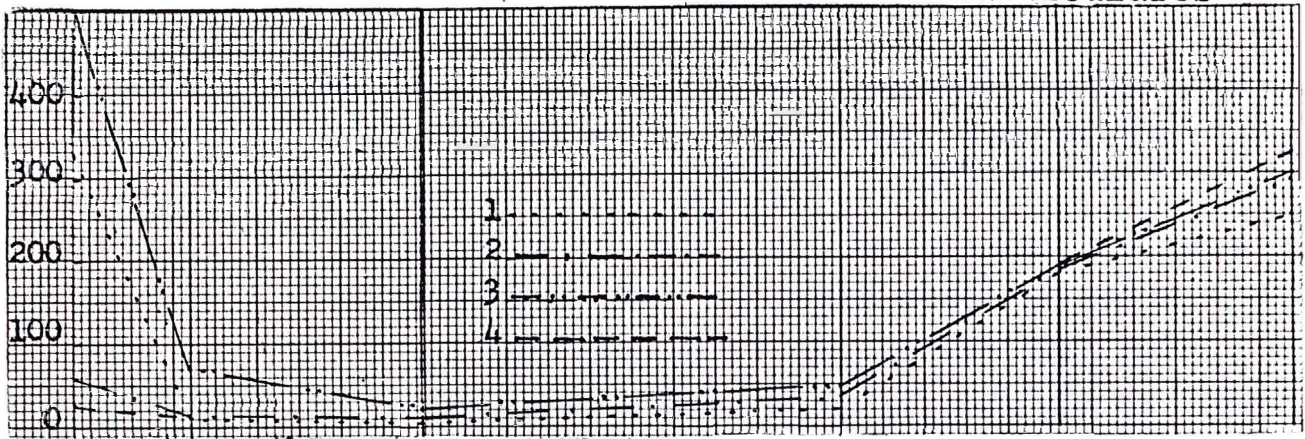
..... 28 Set
 -.-.-.- 12 Oct
 - - - - 9 Nov



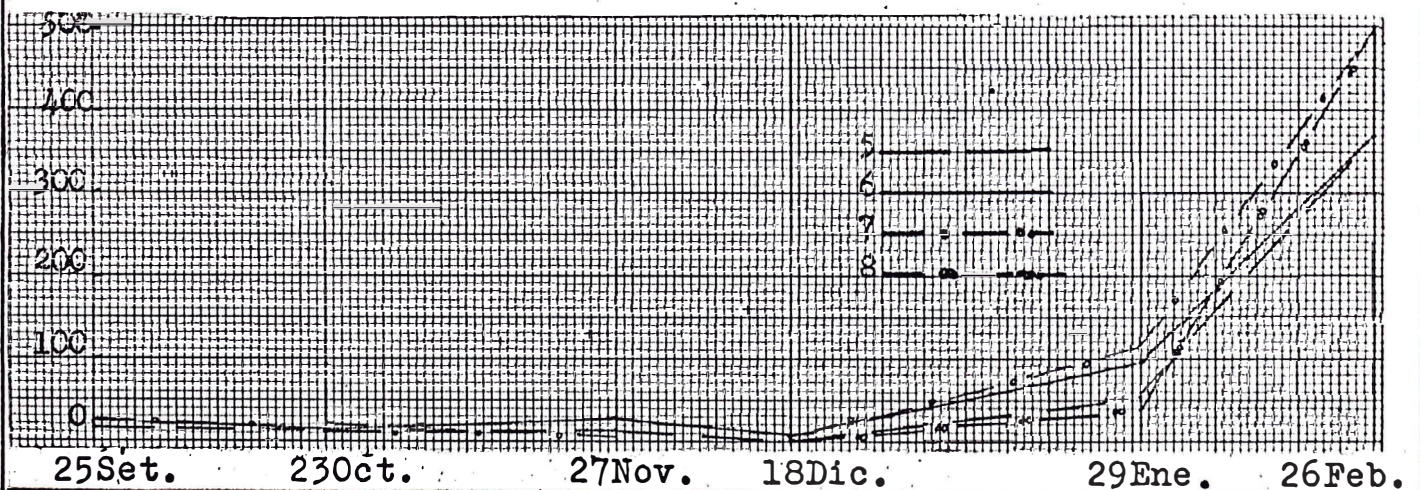
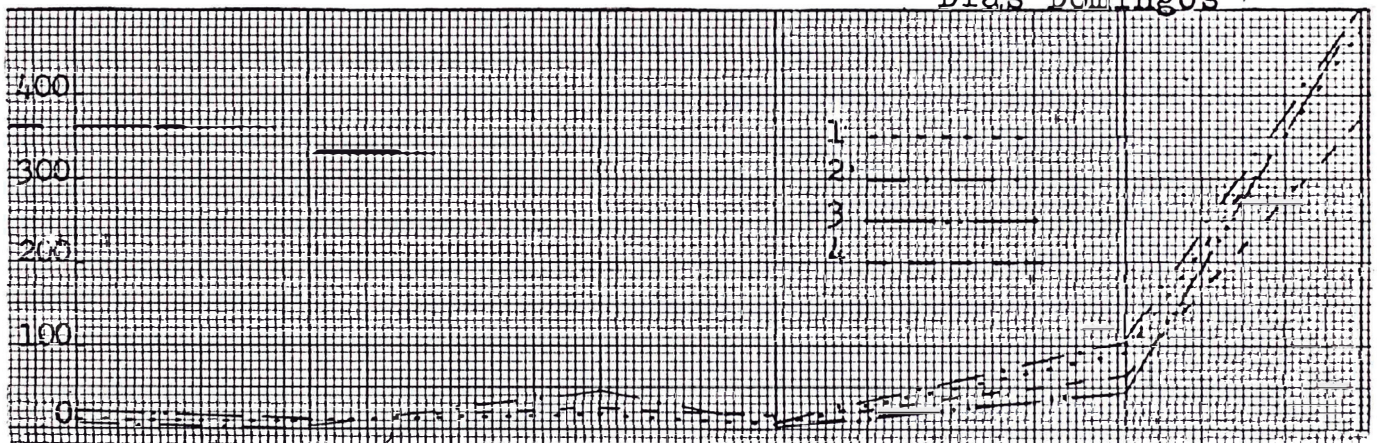
..... 25 Set
 - - - - 23 Oct
 - . - . 27 Nov
 - - - - 18 Dic

VARIACION DE LA TURBIDEZ EN LOS PUNTOS DE MUESTREOS
DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



Días Domingos



6.3.- SÓLIDOS TOTALES Y PERDIDA POR IGNICION

6.3.1.-Epoca de Estiaje.-

6.3.1.1.-Domingos.- En el sector comprendido entre las estaciones (1) y (2); los valores de los sólidos totales varía de 400 a 1,176 mg/lt y de 340 a 910 mg/lt las pérdidas por ignición, es decir buen porcentaje de los sólidos es de naturaleza orgánica. A partir de ésta última estación al llegar al siguiente punto el contenido de los sólidos tratan de estabilizar a 620 mg/lt de sólidos totales y 520 mg/lt las pérdidas por ignición, luego de allí hacia los siguientes puntos presentan pocas variaciones, excepto para el punto (6) del muestreo del día 23 de Octubre en la que se observa un apreciable aumento de los sólidos totales, este punto recibe las descargas de Ñaña.

6.3.1.2. Particulares.- Las variaciones que presentan son casi semejantes a los anteriores, los sólidos totales y las pérdidas por ignición tratan de mantenerse en valores un poco menos que para los que se observa en los días domingos es decir de 400 a 500 mg/lt para los sólidos totales y de 240 a 380 mg/lt para las pérdidas por ignición. El aumento que se observa en el 3er. punto se debe a las descargas de Chosica

6.3.2.-Epoca de Creciente.-

Para ésta época del año, los valores hallados tanto para los sólidos totales como las pérdidas por ignición son valores altos y presentan varia-

ciones semejantes a los de la turbidez. Podemos apreciar en los gráficos correspondientes dos puntos con un gran incremento en su contenido de sólidos y ellos corresponden a las muestras de las estaciones (3) y (6) ubicadas en Chosica y Ñaña - respectivamente las cuales ponen de manifiesto la presencia de descargas orgánicas.

6.3.3.-Variación de los sólidos totales y pérdida por ignición en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

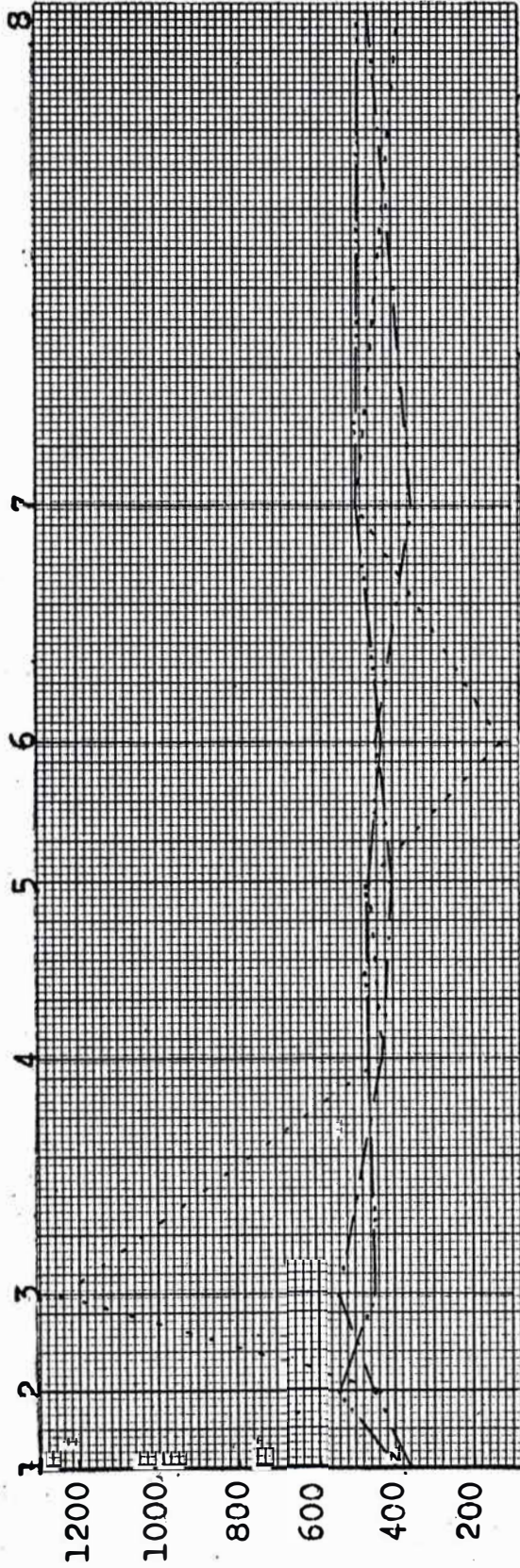
Al igual de lo que ocurre con la turbidez el contenido de los sólidos es bajo para los meses de estiaje, a partir del mes de Diciembre se aprecia - un aumento progresivo.

CURVAS DE LOS SOLIDOS TOTALES

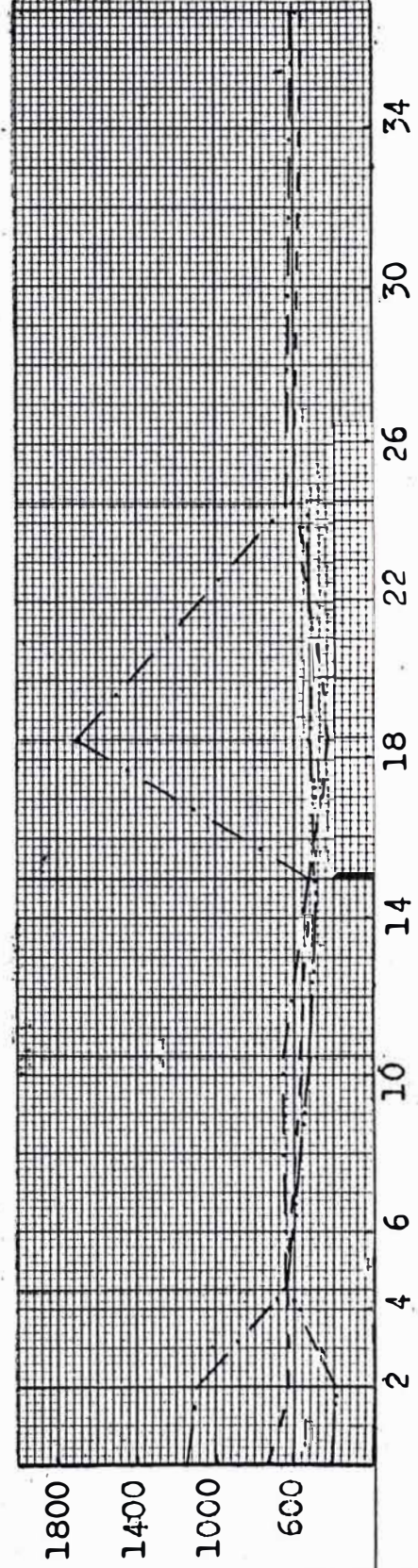
EPOCA DE ESTIAJE

Días Particulares

Puntos de Muestreo



Días Domingos

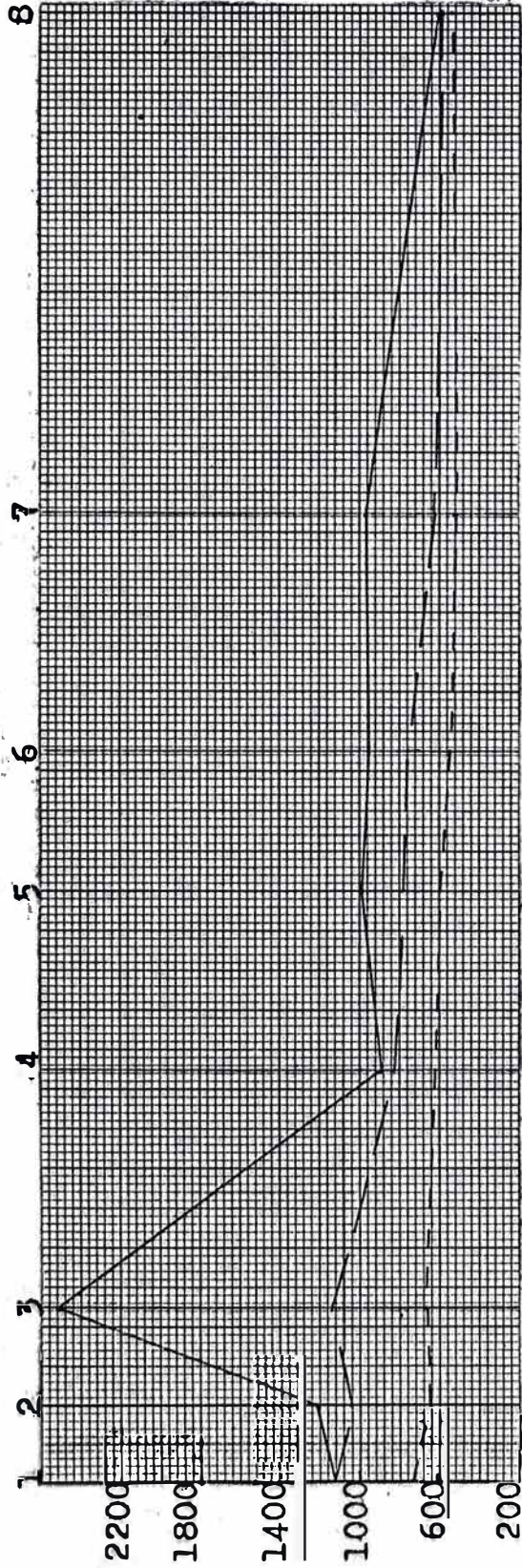


CURVAS DE LOS SOLIDOS TOTALES

EPOCA DE CRECIENTE

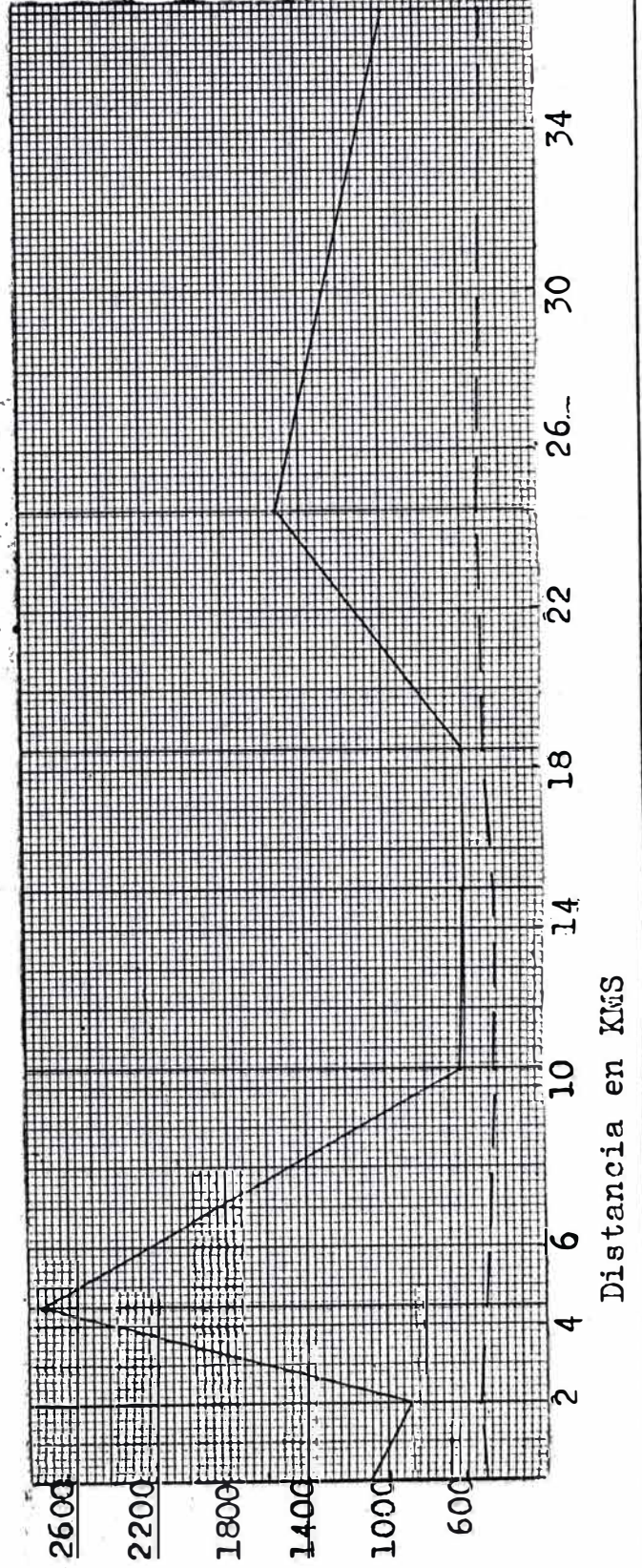
Días Particulares

Puntos de Muestreo



--- 29 Dic
 - - - 24 Ene
 ——— 21 Feb

Días Domingos

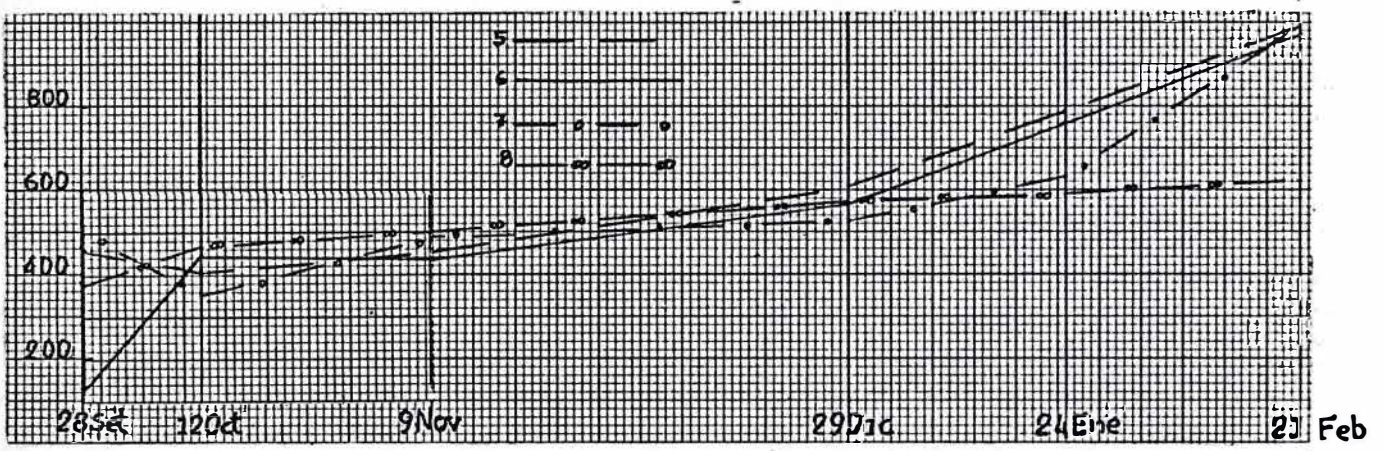
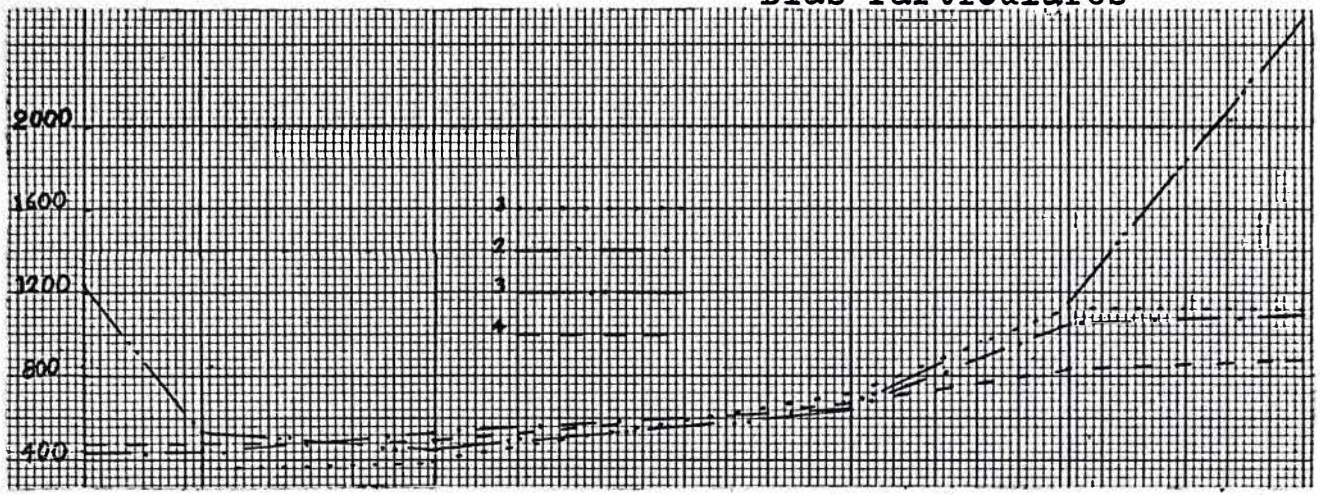


--- 29 Ene
 ——— 26 Feb

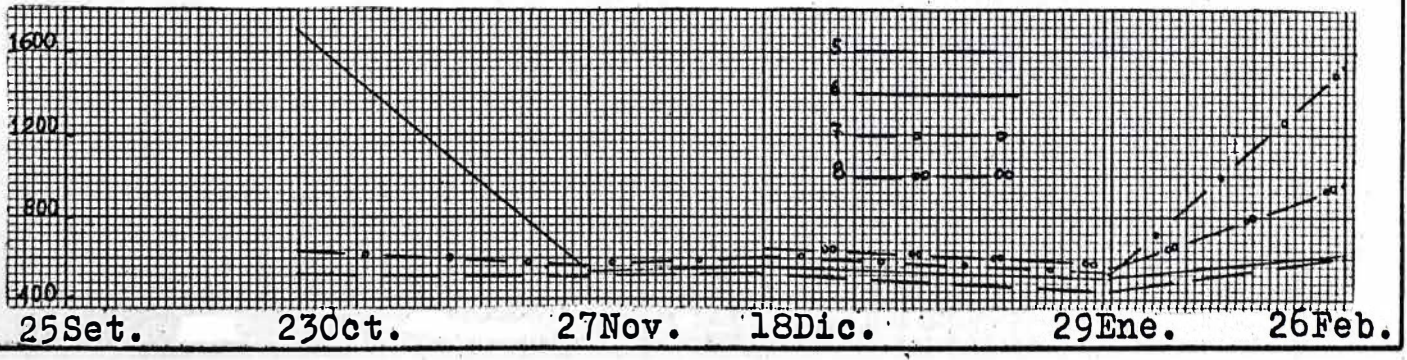
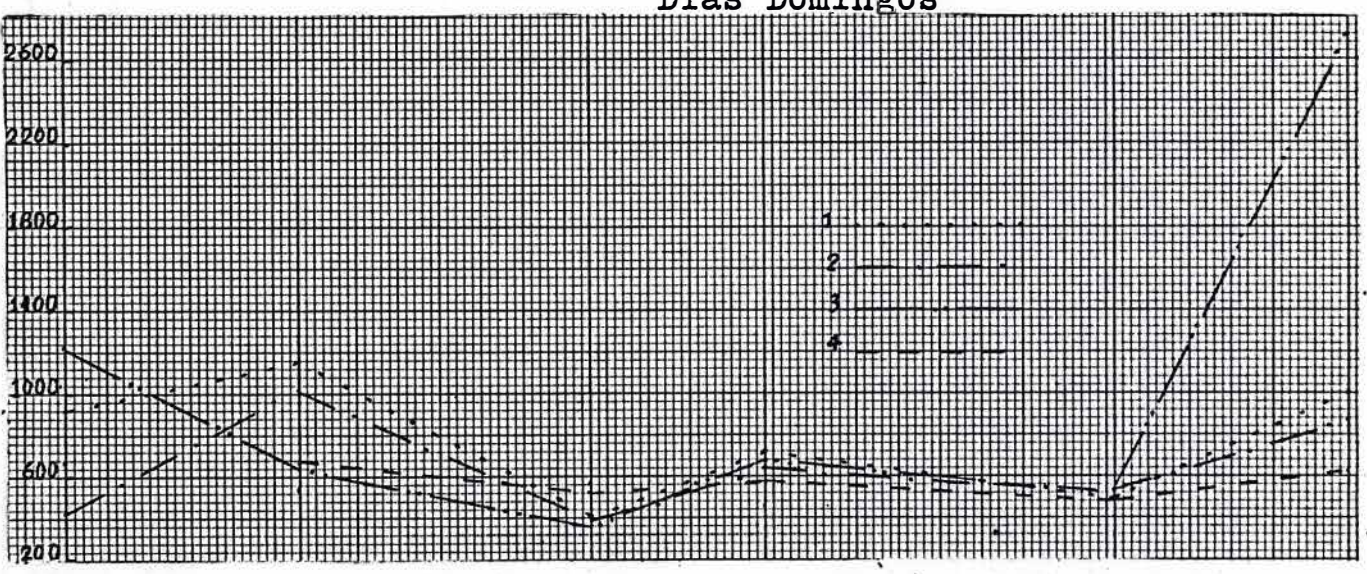
Distancia en KMS

VARIACION DE LOS SOLIDOS TOTALES EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



Días Domingos

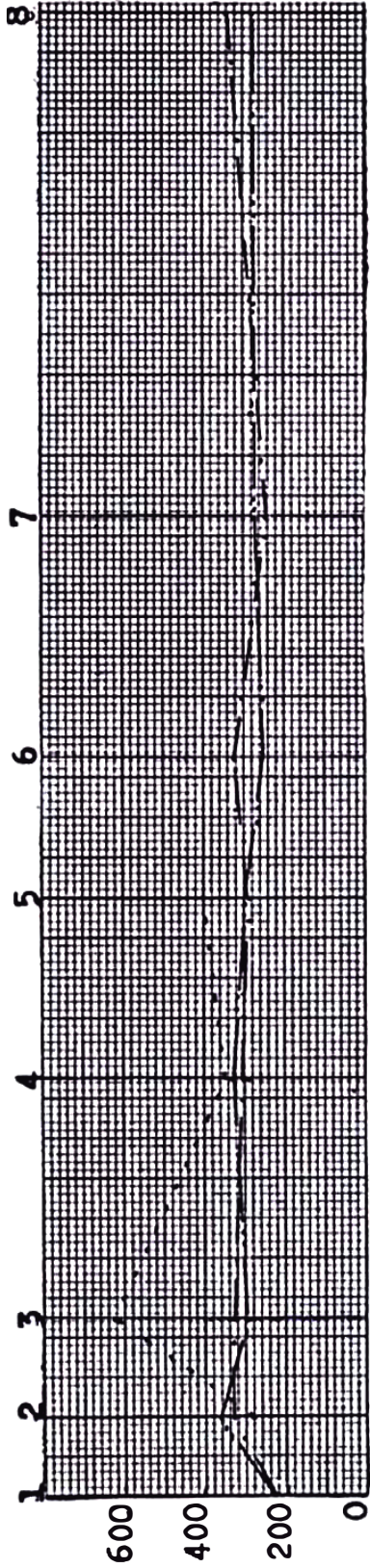


CURVAS DE LAS PERDIDAS POR IGNICION

EPOCA DE ESTIAJE

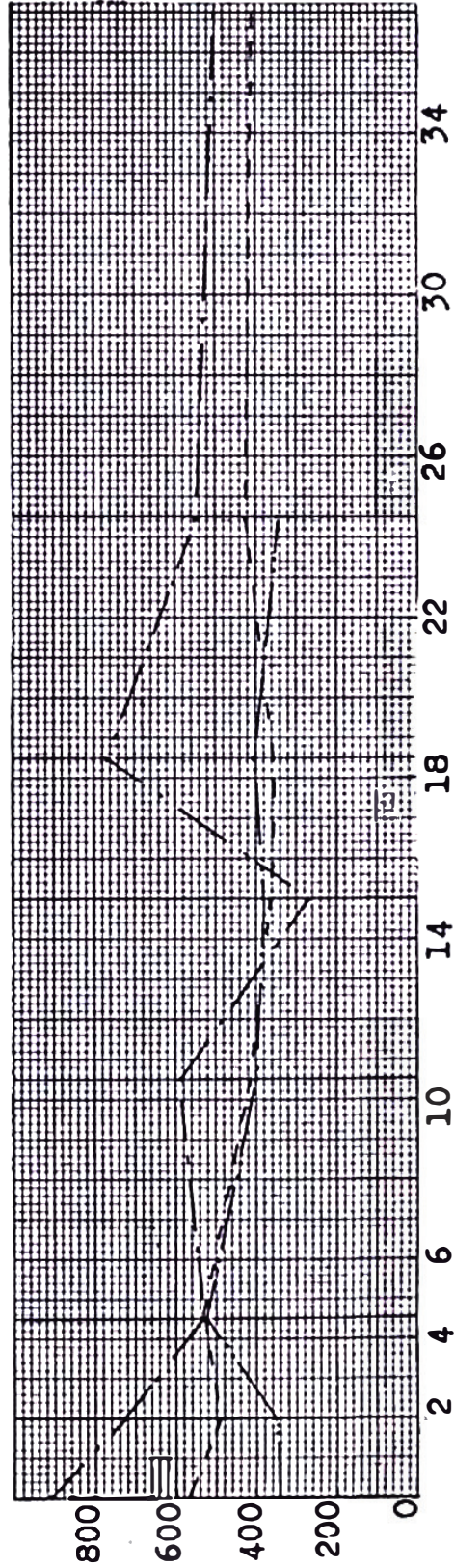
Puntos de Muestreo

Días Particulares



..... 28 Set
- . - . 12 Oct
----- 9 Nov

Días Domingos



..... 23 Oct
- . - . 27 Nov
----- 18 Dic

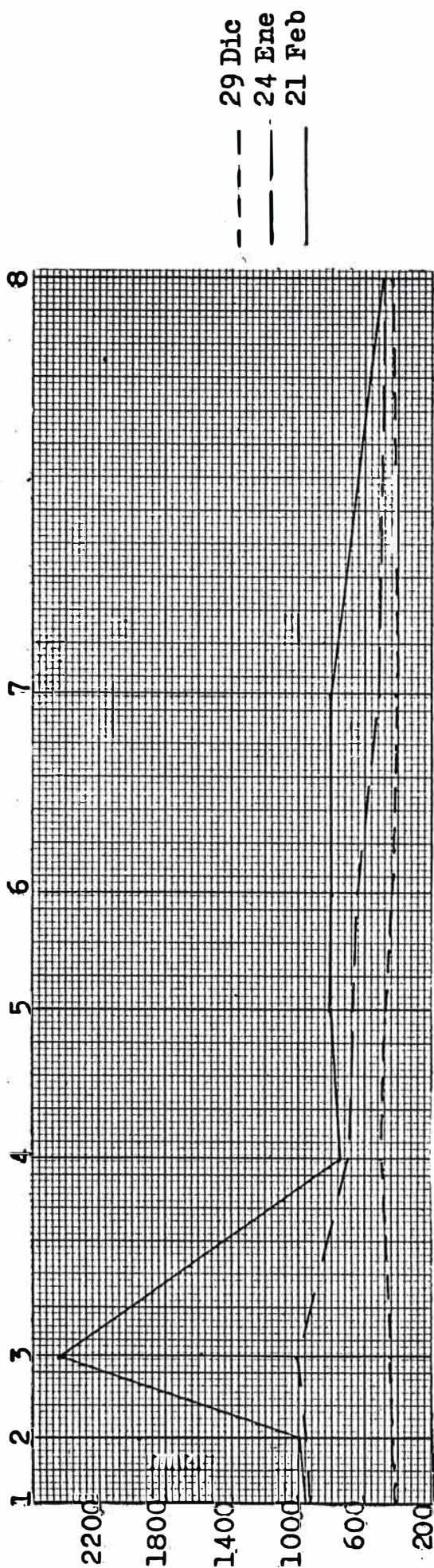
Distancia en KMS

CURVAS DE LAS PERDIDAS POR IGNICION

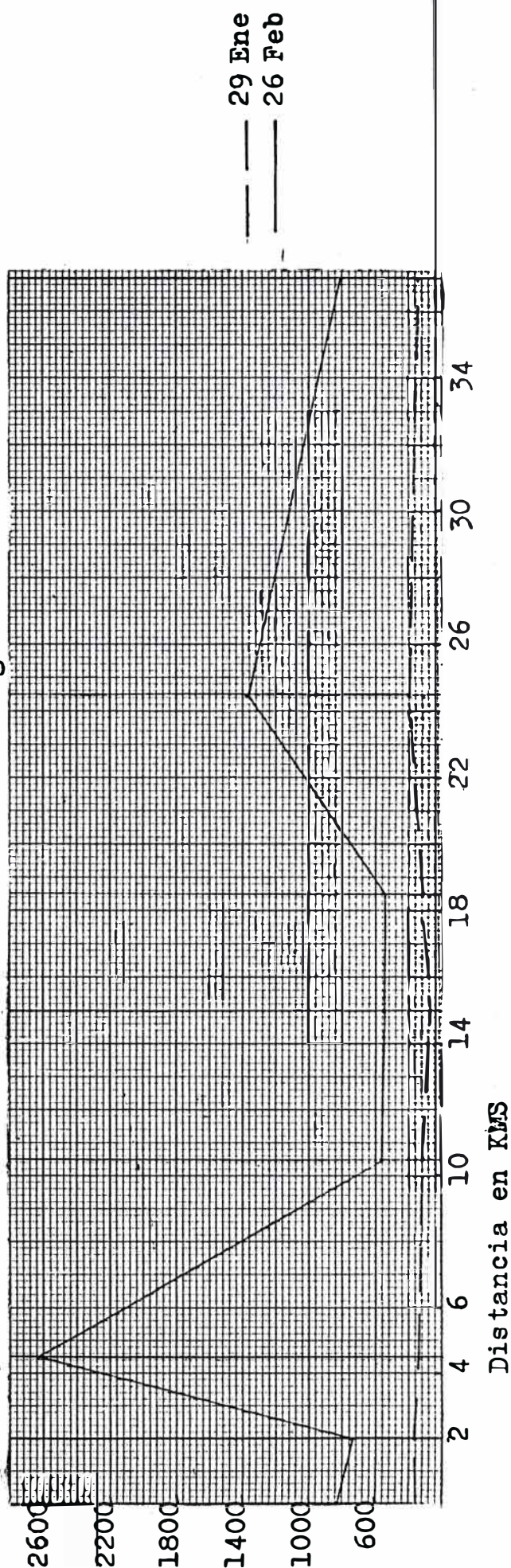
EPOCA DE CRECIENTE

Días Particulares

Puntos de Muestreo

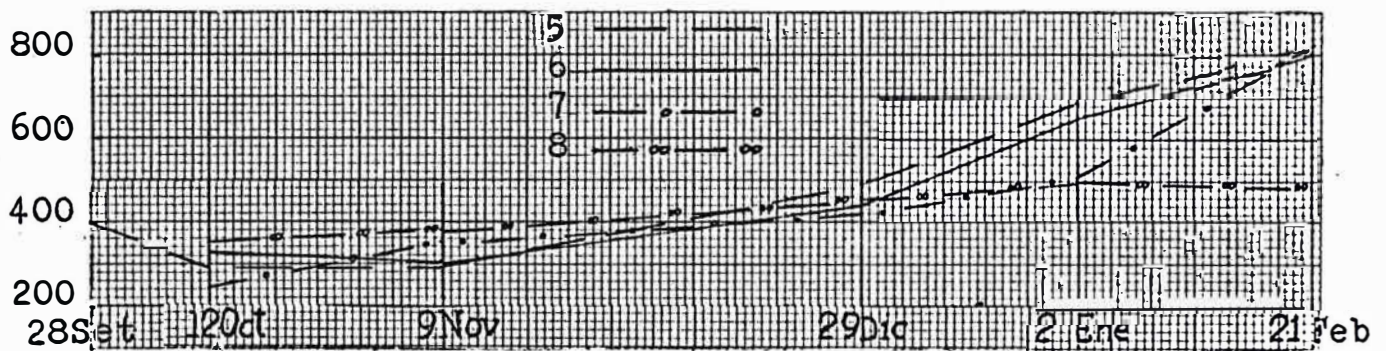
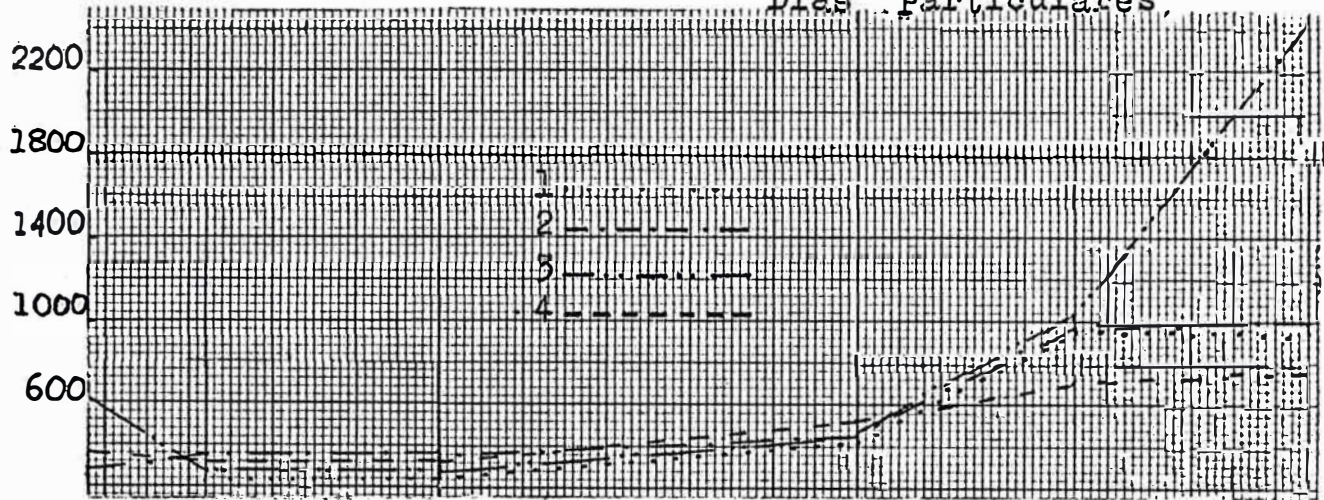


Días Domingos

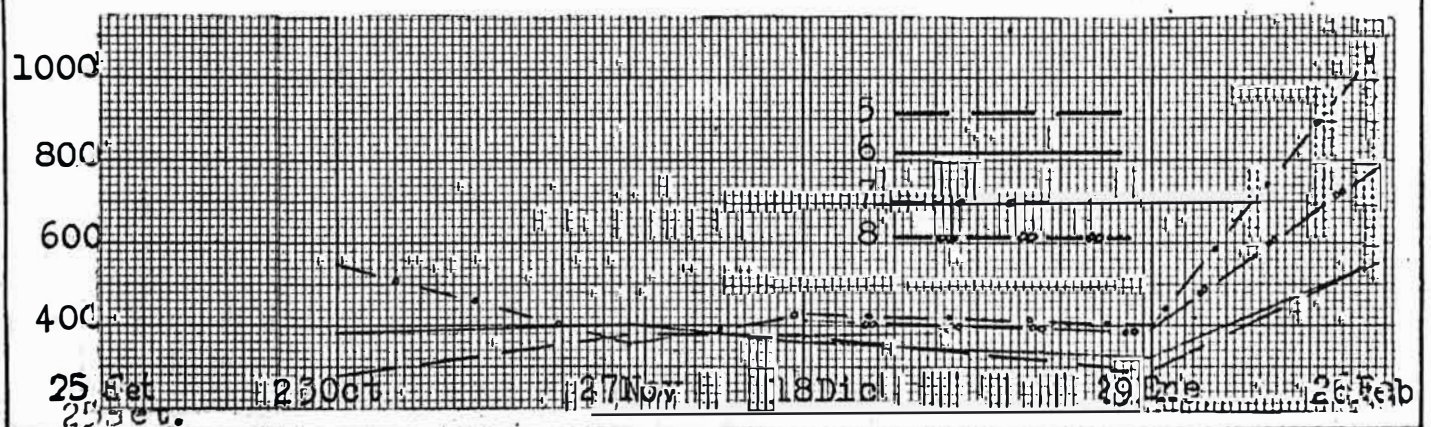
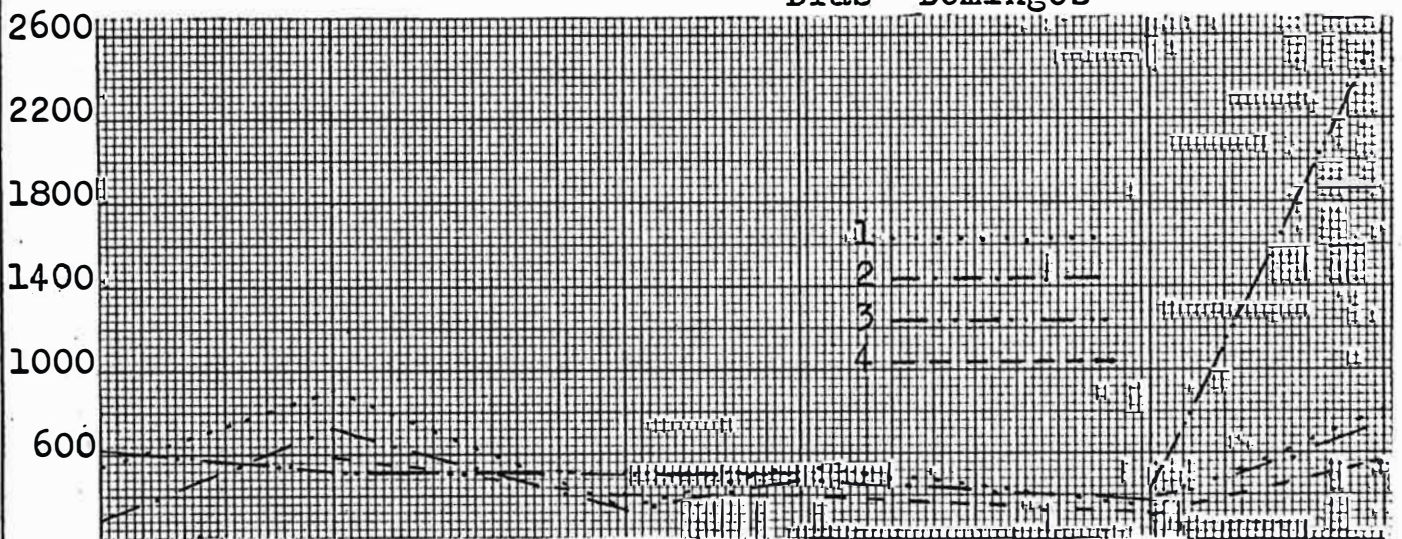


VARIACION DE LAS PERDIDAS POR IGNICION EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares,



Días Domingos



INTERPRETACION DE LOS VALORES DE LA ALCALINIDAD PPM.

ESTACIONES	N°1			N°2			N°3			N°4		
	HORA	CO ₃	HCO ₃	HORA	CO ₃	HCO ₃	HORA	CO ₃	HCO ₃	HORA	CO ₃	HCO ₃
25 SETIEMBRE 1966	10.30	34.2	171	11.15	34.2	136.8	11.50	34.2	136.8	12.50	51.3	188.1
28 SETIEMBRE 1966	12.40	34.2	136.8	13.10	51.3	136.8	13.35	51.3	136.8	13.55	17.1	136.8
12 OCTUBRE 1966	12.00	17.1	119.7	12.30	17.1	136.8	12.55	17.1	119.7	13.30	17.1	136.8
23 OCTUBRE 1966	12.10	0	153.9	12.40	17.1	17.1	13.00	51.3	119.7	13.40	51.3	119.7
9 NOVIEMBRE 1966	11.15	0	136.8	11.40	0	153.9	12.02	0	136.8	12.25	0	136.8
27 NOVIEMBRE 1966	10.07	0	92	10.45	0	122	11.00	0	208	11.20	0	118
18 DICIEMBRE 1966	11.05	0	153.9	11.20	0	136.8	11.35	0	102.6	12.00	0	119.7
29 DICIEMBRE 1966	10.35	0	172	11.00	0	153.9	11.20	0	188.1	11.45	0	171
24 ENERO 1967	10.55	0	111.9	11.30	17.1	85.5	11.36	17.1	179.7	12.13	0	102.6
29 ENERO 1967	10.30	25.65	128.25	10.55	0	102.6	11.05	17.1	102.6	11.25	0	119.7
21 FEBRERO 1967	9.40	0	85.5	10.10	0	85.5	10.25	0	102.6	10.40	0	85.5
26 FEBRERO 1967	9.45	0	120	10.00	0	140	10.15	0	138	10.30	0	140

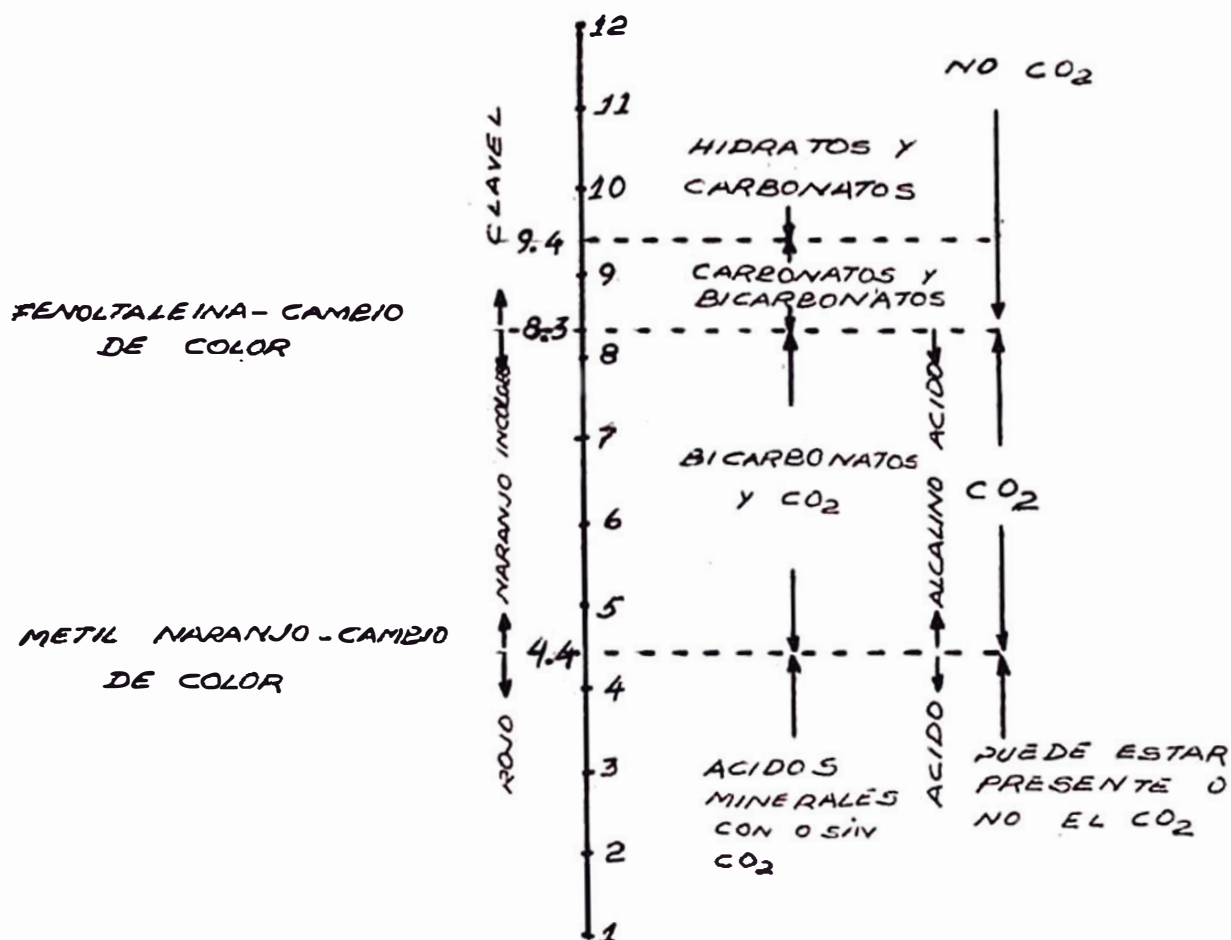
INTERPRETACION DE LOS VALORES DE LA ALCALINIDAD P.P.M.

ESTACIONES	N°5			N°6			N°7			N°8		
	HORA	CO ₃	HCO ₃	HORA	CO ₃	HCO ₃	HORA	CO ₃	HCO ₃	HORA	CO ₃	HCO ₃
25 SETIEMBRE 1966	13.05	34.2	171.0	13.15	34.2	171	13.45	34.2	153.9	16	51.3	171
28 SETIEMBRE 1966	14.23	51.3	136.8	14.55	51.3	153.9	15.35	34.2	136.8	16.15	51.3	136.8
12 OCTUBRE 1966	14.05	17.1	153.9	14.35	17.1	153.9	15.10	17.1	153.9	15.50	34.2	136.8
23 OCTUBRE 1966	14.00	52.3	119.7	14.50	68.4	119.7	15.10	51.3	136.8	16	0	119.7
9 NOVIEMBRE 1966	13.00	0	136.8	13.25	0	136.8	13.55	0	136.8	14.45	0	136.8
27 NOVIEMBRE 1966	11.40	0	118.0	12.05	0	126	12.25	0	124	13.05	0	136
18 DICIEMBRE 1966	11.20	0	102.6	12.35	0	119.7	13.10	0	119.7	13.40	0	119.7
29 DICIEMBRE 1966	12.05	0	153.9	12.35	0	171	13.00	0	188.1	13.45	0	136.8
24 ENERO 1967	12.40	17.1	102.6	13.00	0	119.7	13.26	0	119.7	14.05	17.1	119.7
29 ENERO 1967	11.45	0	102.6	12.05	0	119.7	12.30	0	119.7	13.45	0	119.7
21 FEBRERO 1967	11.00	0	85.5	11.15	0	102.6	11.40	0	102.6	12.10	0	85.5
26 FEBRERO 1967	10.45	0	120	11.00	0	128	11.20	0	128	12.00	0	130

6.4.- ALCALINIDAD

6.4.1.- Relación entre el PH y la alcalinidad.-

Entre el PH y la alcalinidad, existe una relación muy íntima, podemos comprenderla mejor en la escala que se acompaña la cual está dividida en 4 zonas:



Como se aprecia hay una estrecha relación entre la alcalinidad del agua y su PH correspondiente.

El PH indica solamente el tipo de alcalinidad presente en el agua. Por consiguiente, existen aguas de igual PH y diferente alcalinidad, pues lo que gobierna el PH en la zona 4.4 - 8,3 es la rela

ción entre los HCO_3 y el CO_2 libre y en la zona de PH 8.3 - 9.4 la de carbonatos a bicarbonatos.

6.4.2.-Época de Estiaje.-

Para ésta época se presenta la alcalinidad por HCO_3^- y carbonatos $\text{CO}_3^{=}$, la alcalinidad debido a $\text{CO}_3^{=}$ es muy pequeña varía de 0 a 70mg/lt y la debida por HCO_3 de 90mg/lt a 188mg/lt como máximo, luego podemos decir que por la clase de alcalinidad presente estamos en la zona de PH 8.3 - 9.4.

6.4.3.-Época de Creciente.-

Aquí casi no existe alcalinidad por $\text{CO}_3^{=}$, debido a que el agua en ésta época tiene un PH de 4.4 a 8.3, la alcalinidad de HCO_3 que se presenta está comprendido entre 86mg/lt a 140mg/lt.

Como se podrá observar en los gráficos correspondientes, esta variación es igual tanto para los días domingos como para los días particulares.

6.4.4.-Variación de la alcalinidad en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

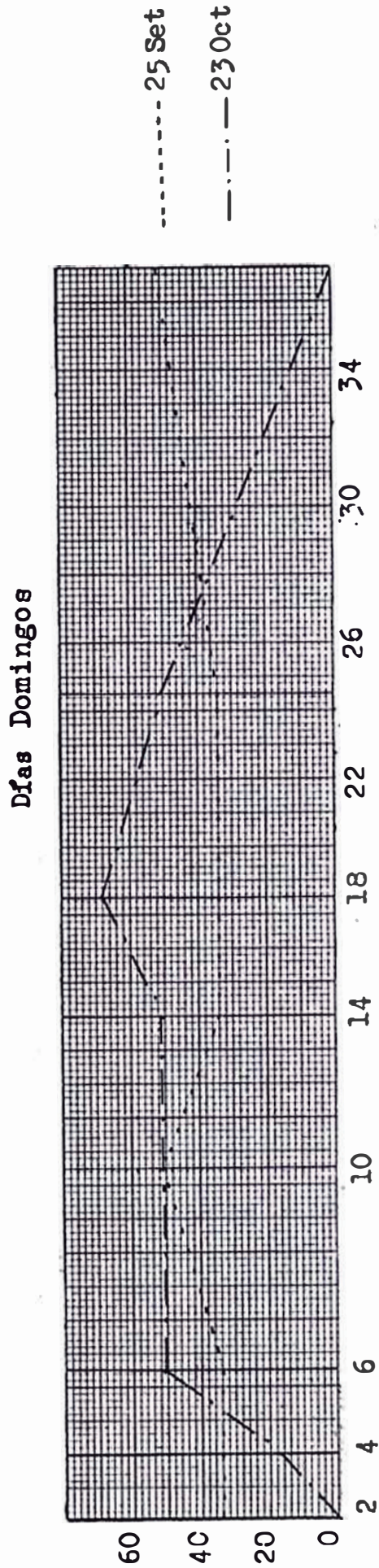
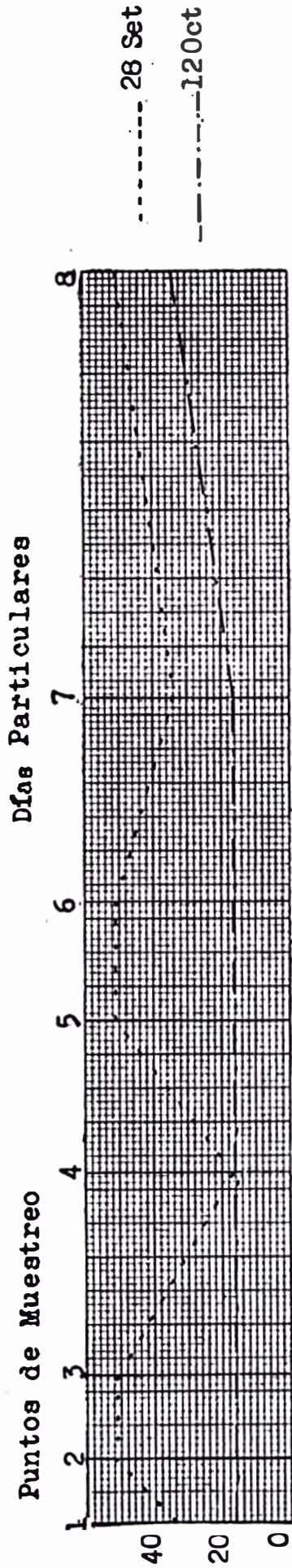
La alcalinidad debido al HCO_3 se mantiene casi invariable en los meses de Setiembre a Octubre y tiende a aumentar hacia Diciembre para luego ir disminuyendo progresivamente esto es, observando las curvas de los días particulares, en cuanto a los días domingos vemos que se presentan fluctuaciones periódicas.

La alcalinidad debido al CO_3 se observa que a partir de Setiembre va disminuyendo hasta desaparecer completamente cuando llega al mes de Noviembre, pero podemos notar que para los días domingos los puntos (1) y (3) situados en Santa Eulalia y Chosica y para los días particulares los --

puntos (2) (5) y (8) ubicado en Moyopampa, Huampañí y la Atarjea respectivamente aparece la alcalinidad de CO_3 a mediados de Diciembre y a fines de Enero empieza a disminuir hasta desaparecer en la Atarjea. Esto se debe a que durante el desarrollo que estabilizan la materia orgánica, los bicarbonatos se transforman en carbonatos que son más estables.

CURVAS DE LA ALCALINIDAD POR CARBONATOS (CO₃)

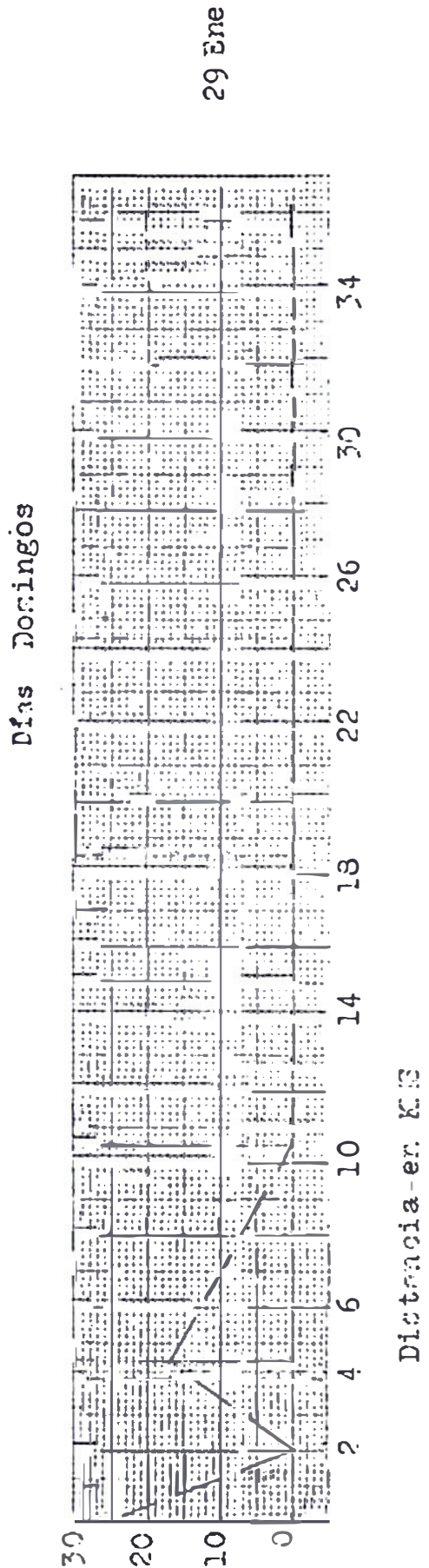
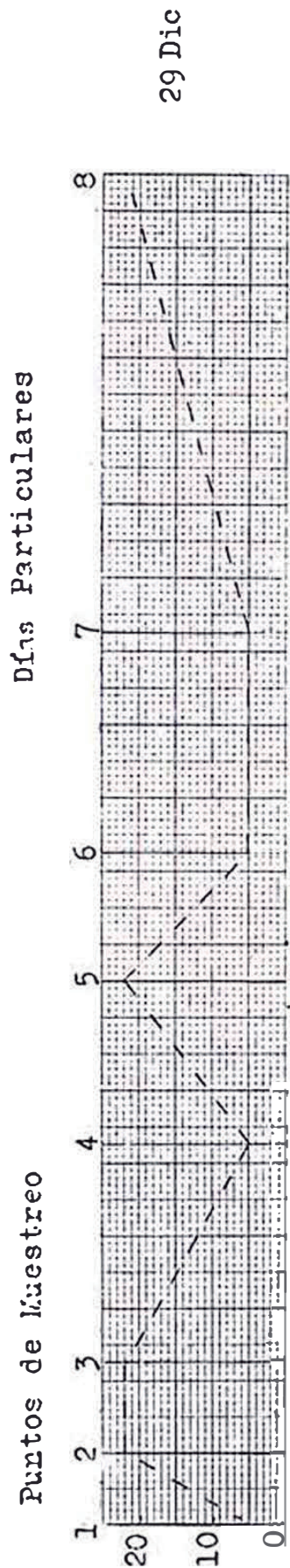
EPOCA DE ESTIAJE



Distancia en KMS

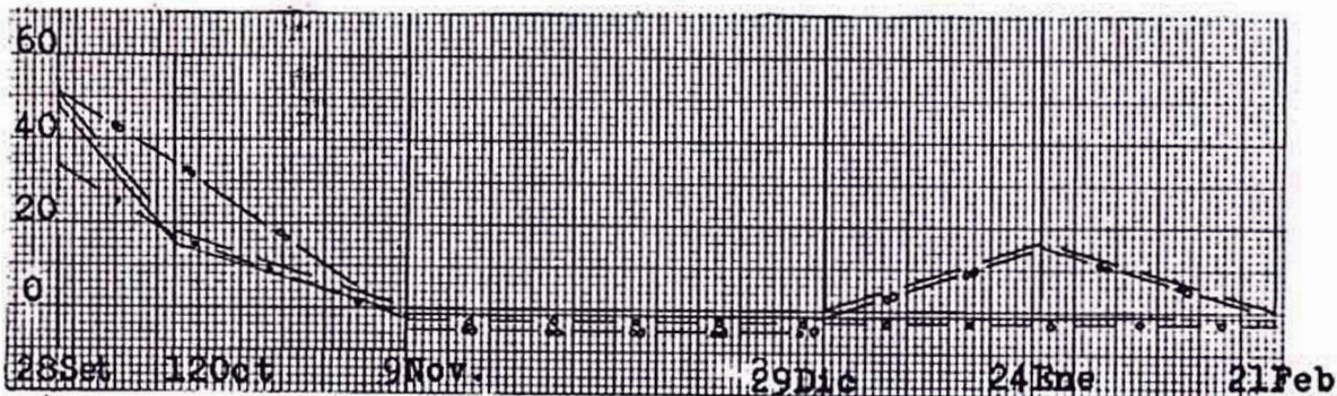
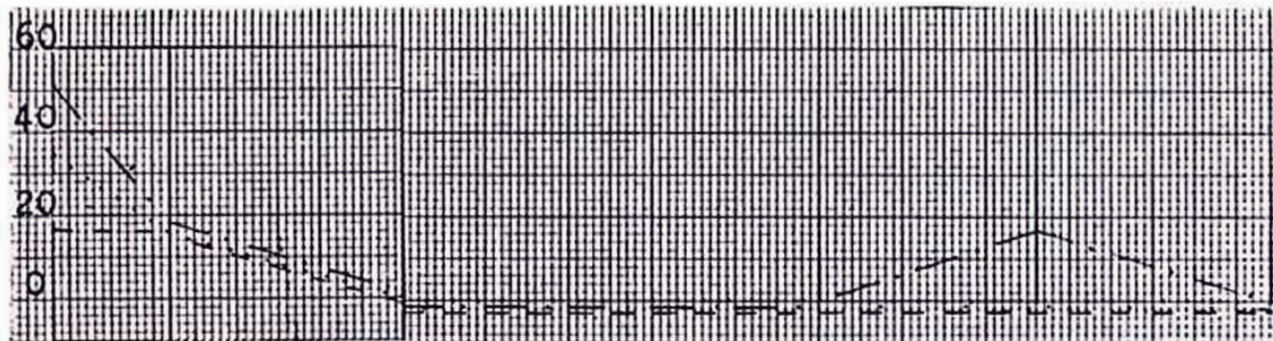
CURVAS DE LA ALCAJALIDAD POR CARBONATOS (CO₃)

EPOCA DE CRECIMIENTE



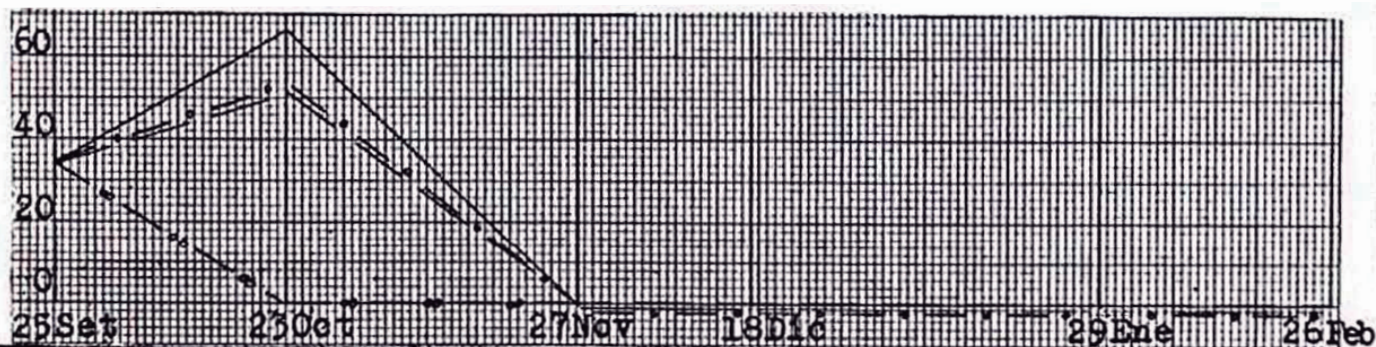
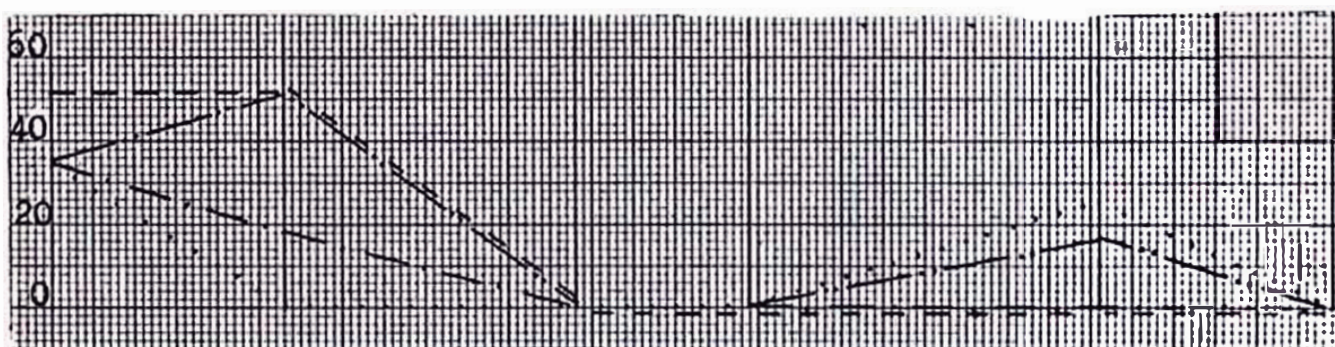
VARIACION DE LA ALCALINIDAD POR CO₃ EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



- | | |
|-------------|------------|
| 1..... | 5. — — — |
| 2 — — — — | 6. — — — — |
| 3 — — — — | 7. — • — • |
| 4 - - - - - | 8. — • — • |

Días Domingos

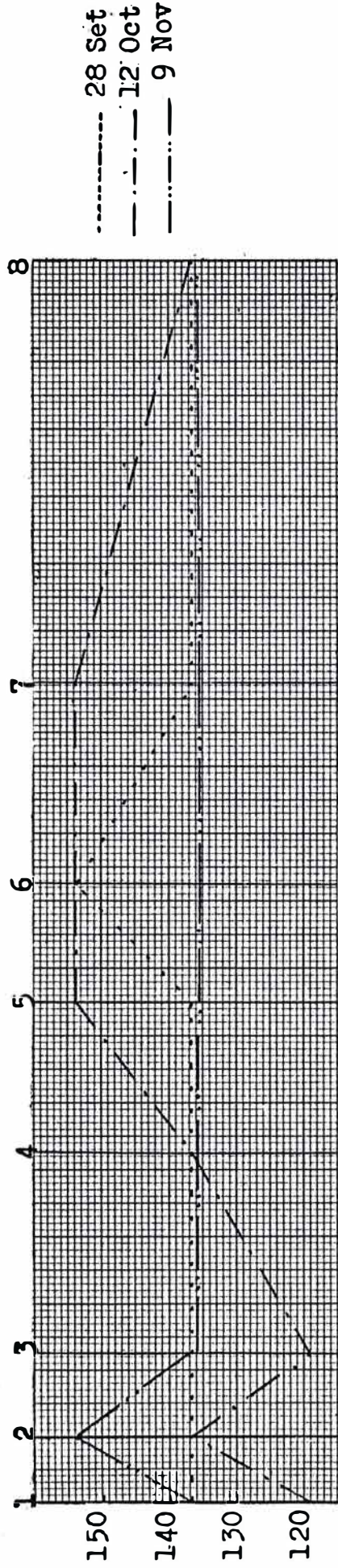


CURVAS DE LA ALCALINIDAD POR BICARBONATOS (HCO₃)

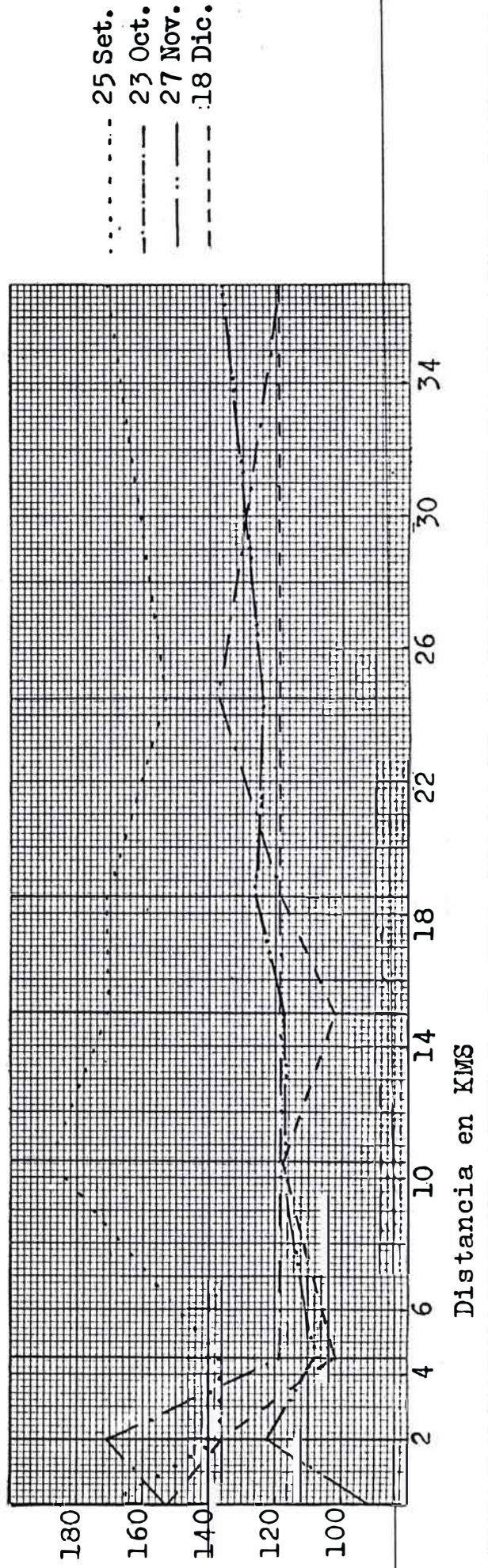
EPOCA DE ESTIAJE

Puntos de Muestreo

Días Particulares

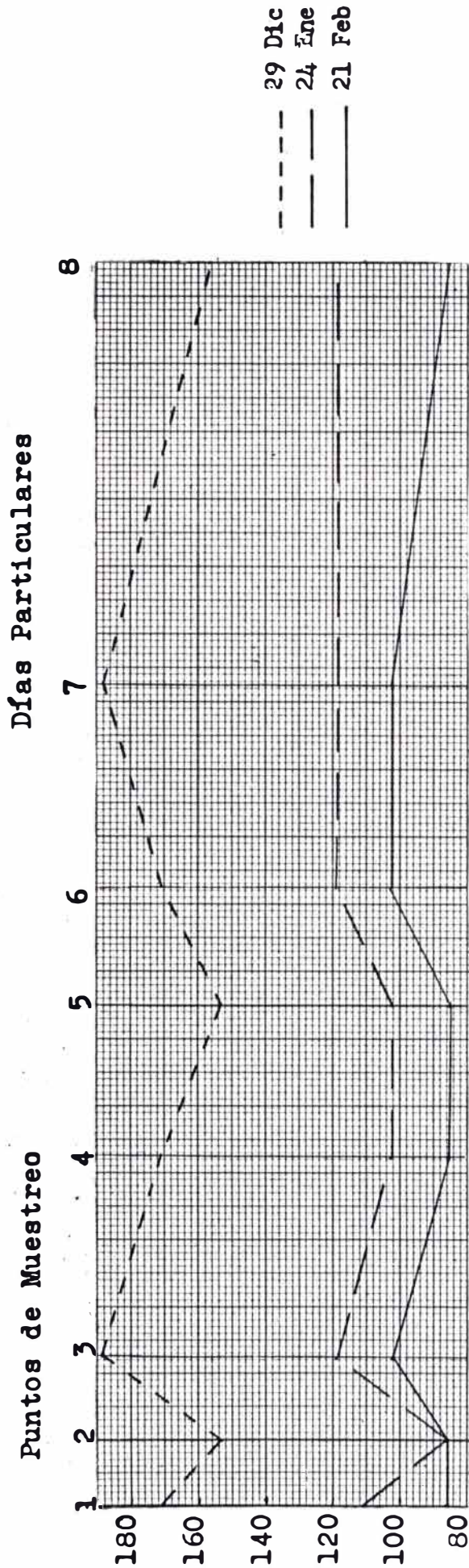


Días Domingos

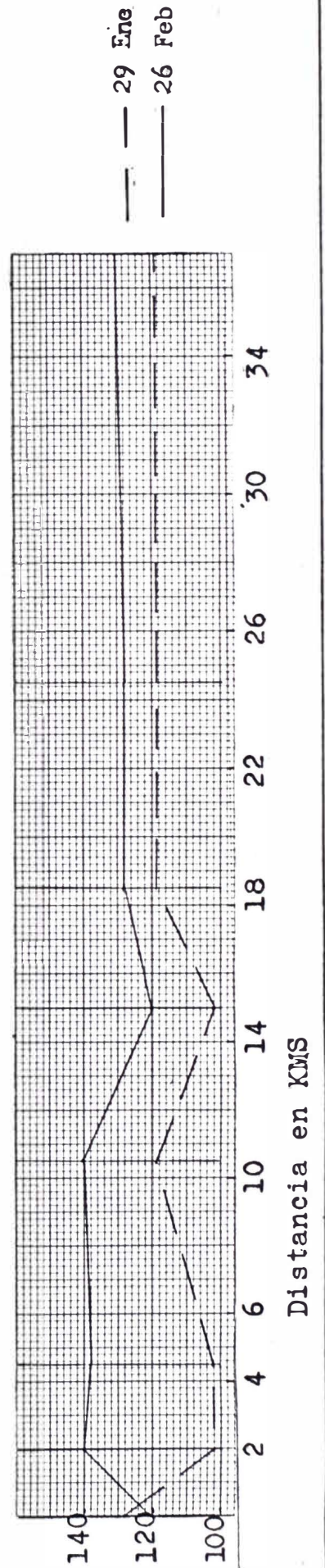


CURVAS DE LA ALCALINIDAD POR BICARBONATOS (HCO₃)

EPOCA DE CRECIENTE

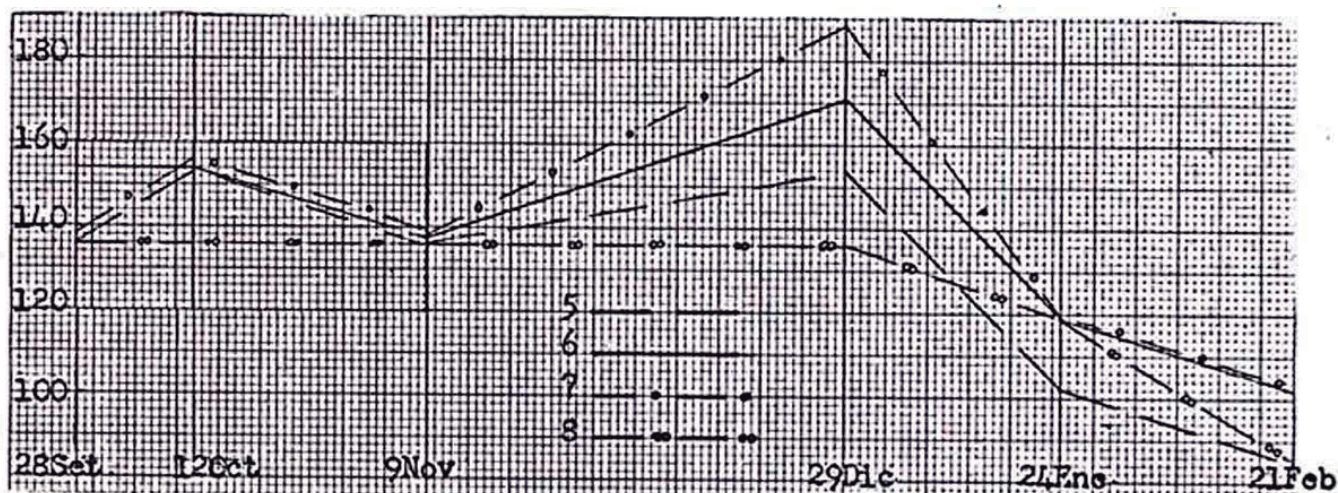
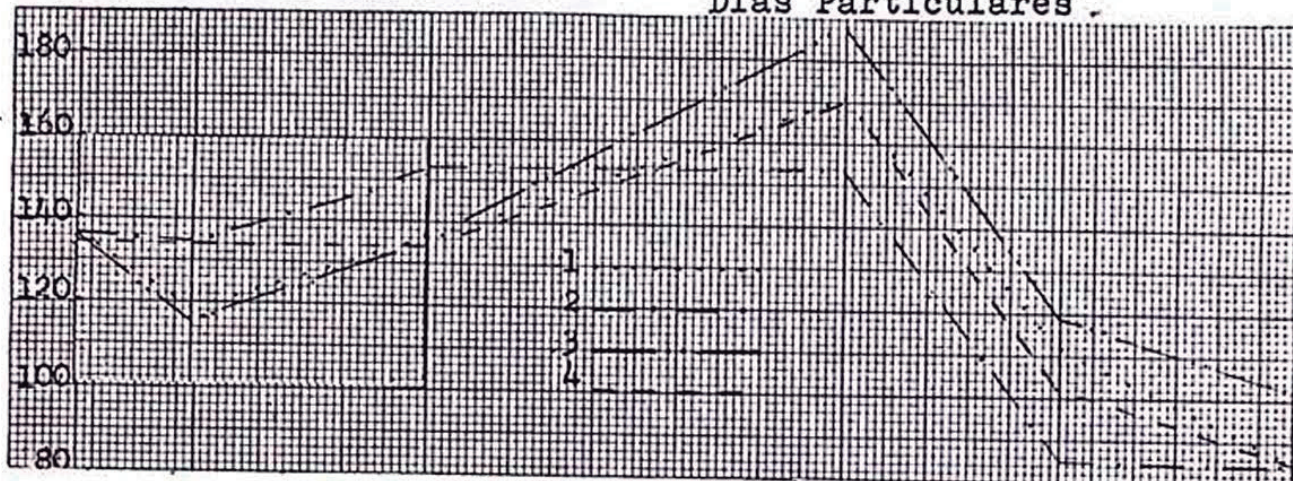


Días Domingos

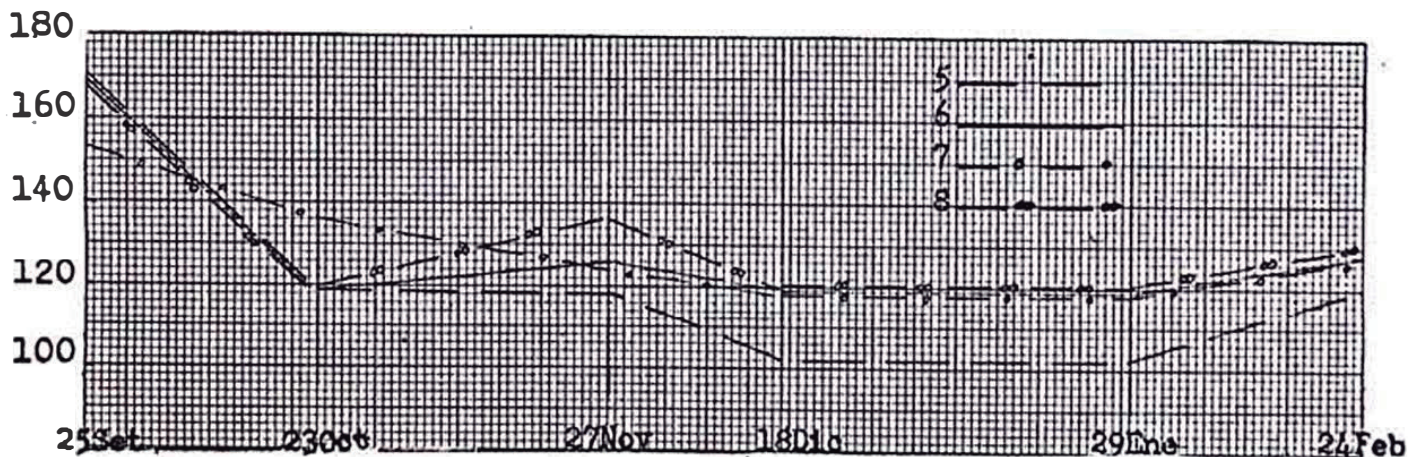
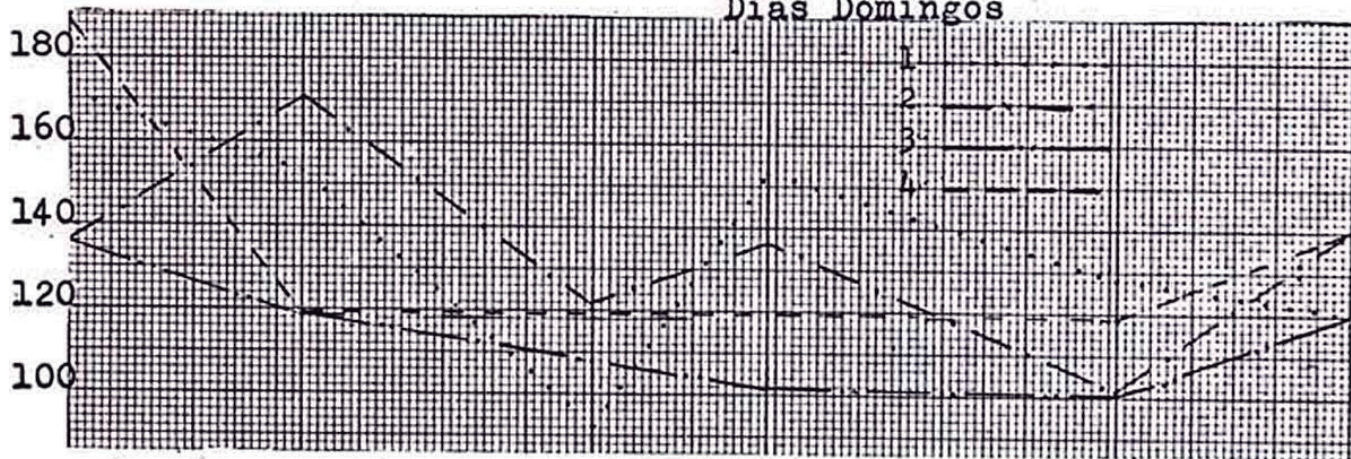


VARIACION DE LA ALCALINIDAD POR HCO₃ EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares .



Días Domingos



INTERPRETACION DE LOS VALORES DEL PH (M³)

ESTACIONES	N°1		N°2		N°3		N°4		N°5		N°6		N°7		N°8	
	HORA	PH	HORA	PH	HORA	PH	HORA	PH	HORA	PH	HORA	PH	HORA	PH	HORA	PH
25 SET. 66	10.30	8.60	11.15	8.15	11.50	8.45	12.50	8.30	13.05	8.35	13.15	8.40	13.45	8.40	16.00	8.35
28 SET. 66	12.40	8.30	13.10	8.50	13.35	7.50	13.55	8.60	14.23	8.65	14.55	8.60	15.35	8.60	16.15	8.65
12 OCT. 66	12.00	8.50	12.30	8.65	12.55	8.15	13.30	9.00	14.05	8.30	14.35	8.30	15.10	8.40	15.50	8.70
23 OCT. 66	12.10	8.45	12.40	8.35	13.00	8.20	13.40	8.45	14.00	8.50	14.30	8.25	15.10	8.30	16.00	8.30
9 NOV. 66	11.15	8.20	11.40	8.70	12.02	8.55	12.25	8.55	13.00	8.35	13.25	8.56	13.55	8.45	14.45	8.50
27 NOV. 66	10.07	7.70	10.45	8.30	11.00	8.40	11.20	8.45	11.40	8.25	12.05	8.25	12.25	8.20	13.05	8.20
18 DIC. 66	11.05	7.70	11.20	8.10	11.35	8.05	12.00	8.05	12.20	8.10	12.35	8.20	13.10	8.15	13.40	8.20
29 DIC. 66	10.35	7.70	11.00	7.65	11.20	7.50	11.45	7.45	12.05	7.65	12.35	7.70	13.00	7.50	13.45	7.60
24 ENE. 67	10.55	8.00	11.30	7.00	11.56	7.75	12.13	7.75	12.40	7.85	13.00	7.70	13.26	6.90	14.05	7.80
29 ENE. 67	10.30	7.95	10.55	7.90	11.05	7.95	11.25	7.90	11.45	8.10	12.05	7.90	12.30	7.90	13.45	7.90
21 FEB. 67	9.40	7.95	10.10	7.95	10.25	7.95	10.40	7.65	11.00	7.70	11.15	8.20	11.40	7.70	12.10	7.70
26 FEB. 67	9.45	7.80	10.00	7.80	10.15	7.75	10.30	7.75	10.45	7.80	11.00	7.65	11.20	7.55	12.00	7.70

6.5.- PH, (H^+)

El PH es la medida de la concentración de iones hidrógeno de un líquido. Puede variar de 1.0 a 14.0, es decir, de muy ácidos a muy alcalinos. PH=7.0 indica que es neutra. Con valor de PH menores de 4.5 o mayores de 9.5 los organismos que producen la descomposición de la materia orgánica son inhíbidos.

Las propiedades de una solución ácida se deben a la presencia del ión H^+ de la molécula ácida, similarmente las propiedades alcalinas de la solución de una base en agua, son debidas a los iones de OH^- o sea la concentración de iones oxidrilos.

6.5.1.-Epoca de Estiaje.-

Se observa que el PH en días particulares varía poco; sus valores oscilan de 7.5 como mínimo a 9 como máximo. Desde la primera estación (unión del Santa Eulalia con el San Mateo) hasta la sexta (Huachipa), se notan altibajos que siguen más o menos una tendencia a subir en la segunda y cuarta estación correspondientes a la barriada Moyopampa y a Chosica respectivamente; a partir de la estación sexta se mantiene una tendencia muy pareja entre 8.3 y 8.7.

En los días domingos varía desde 7.7 como mínimo a 8.6 como máximo. Ocurren como en el caso de los días particulares, variaciones de igual tendencia hasta llegar a la estación N° 6 debido probablemente, a que en estas zonas se encuentran los centros más poblados, que con sus aportes de desagües originan fenómenos propios de la autopurificación. A partir de la estación N° 6, el PH es muy parejo no variando de 8.3 a 8.4 hasta llegar a la Atarjea.

6.5.2.-Epoca de Creciente.-

Tanto en las muestreos realizados en días particulares como en días domingos el PH varía de 6.9 a 8.2 sin seguir ninguna tendencia, es posible que - esto ocurra por transtornos propios de ésta época tales como los huaycos que impiden apreciar los fenómenos de la autopurificación.

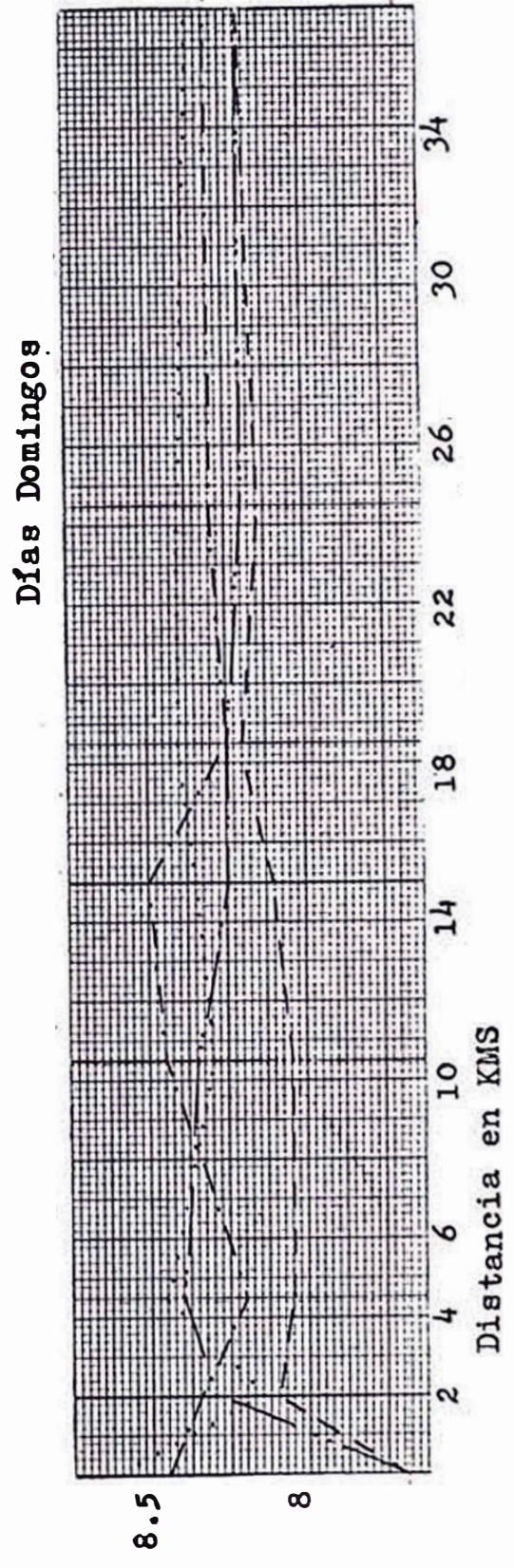
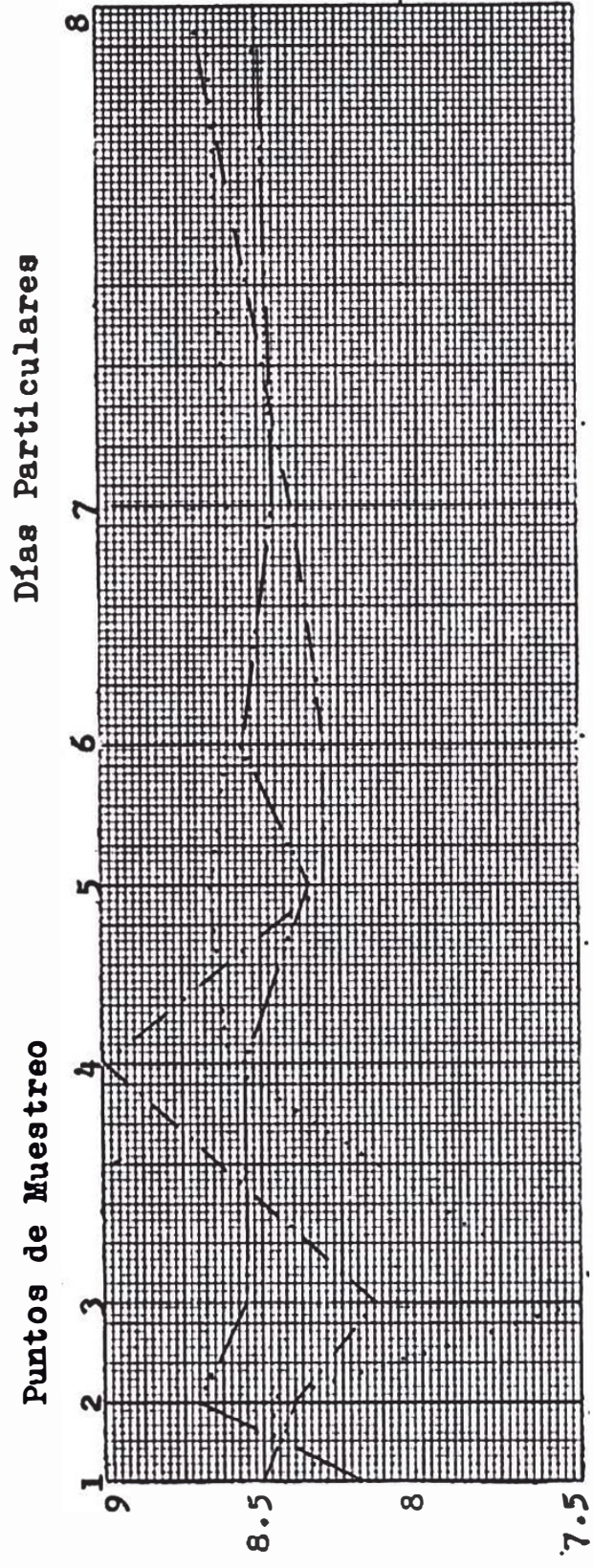
6.5.3.-Variación del PH en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

Se observa que ha medida que transcurre el tiempo desde Setiembre 1966 a Febrero de 1967 el PH tiene una tendencia a disminuir, a pesar de que se mantiene dentro de valores 7 a 9 es decir en un rango alcalino, esto ocurre en muestreos realizados en días particulares y en días domingos.

Consecuentemente las aguas del río en el tramo de estudio están dentro de las normas que se fijan para una agua potable.

CURVAS DEL PH₁(H⁺)

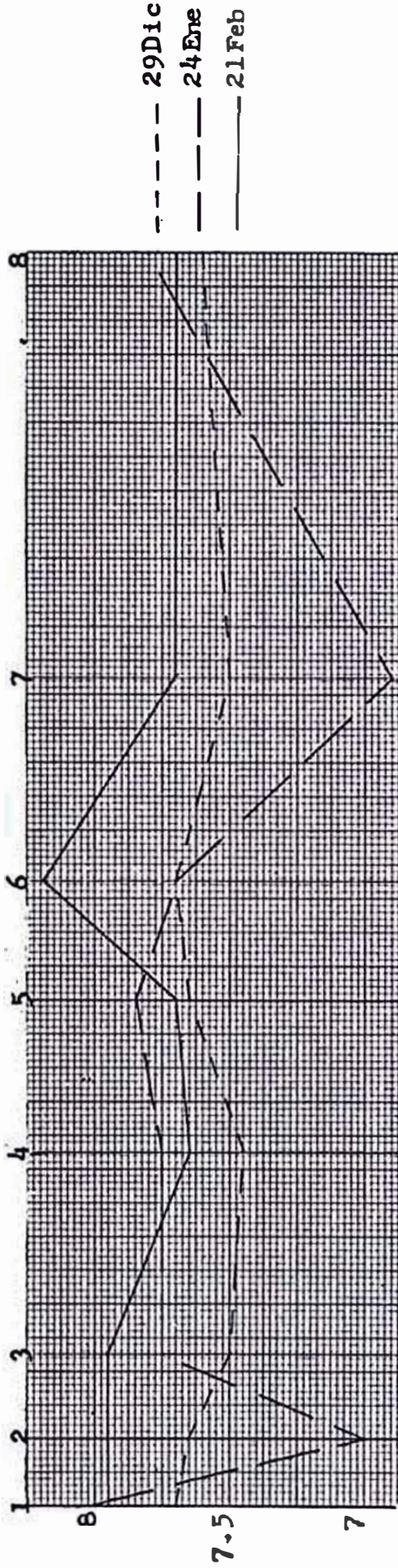
EPOCA DE ESTIAJE



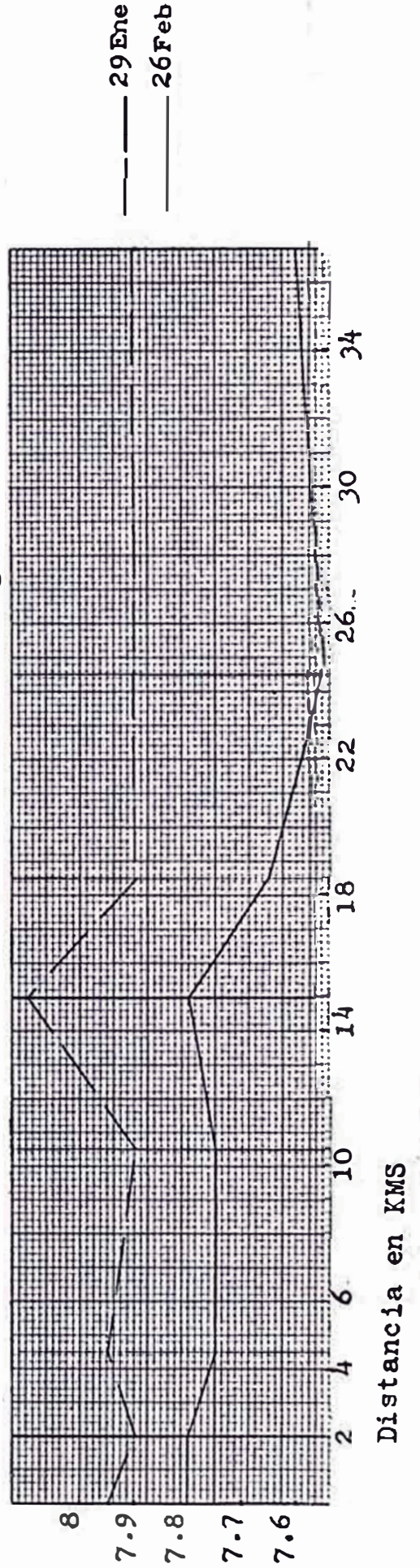
CURVAS DEL P H₂ (H⁺)

EPOCA DE CRECIENTE

Días Particulares

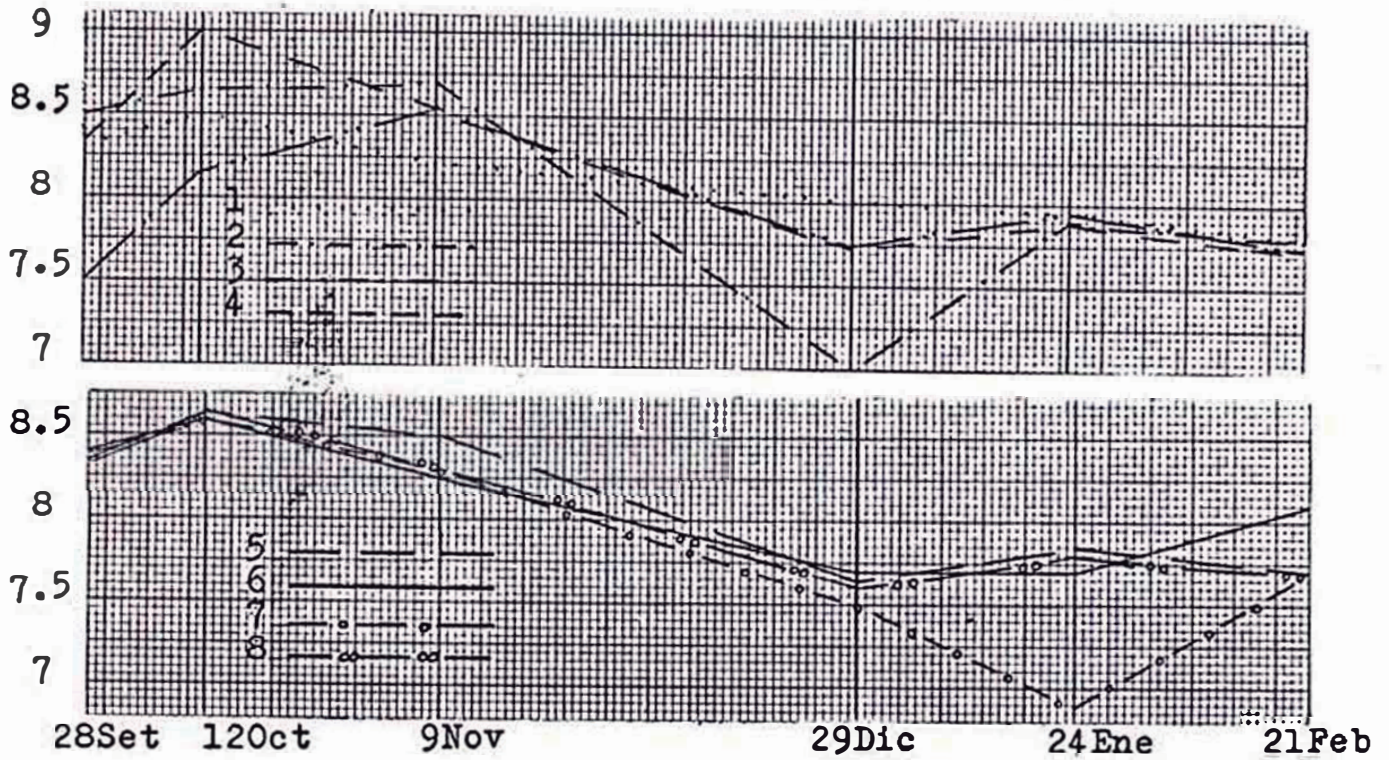


Días Domingos

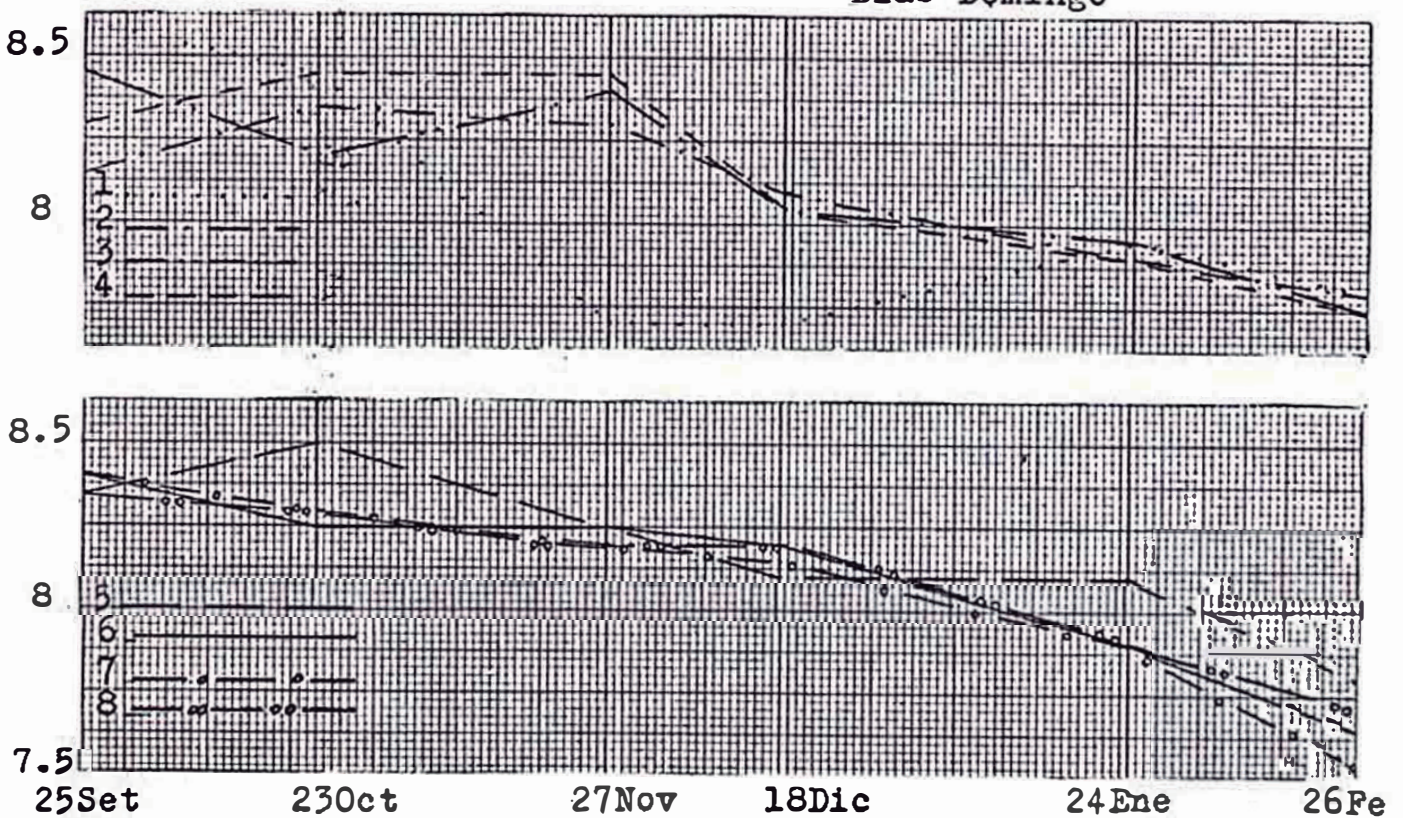


VARIACION DEL PH EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE
EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



Días Domingo



INTERPRETACION DE LOS VALORES DE CLORUROS

ESTACIONES	N°1		N°2		N°3		N°4		N°5		N°6		N°7		N°8	
	HORA	CLOR	HORA	CLOR	HORA	CLOR	HORA	CLOR	HORA	CLOR	HORA	CLOR	HORA	CLOR	HORA	CLOR
25 SET 66	1030	206	1115	2318	1150	2146	1250	1889	1305	2146	1315	1975	1345	2232	1600	2146
28 SET 66	1230	309	1310	1808	1335	3348	1355	2576	1423	1889	1455	1717	1535	1975	1615	2146
12 OCT 66	1200	825	1230	872	1255	757	1330	784	1405	863	1435	732	1510	745	1550	746
23 OCT 66	1210	774	1240	817	1300	688	1340	688	1400	771	1430	731	1510	774	1600	774
9 NOV 66	1115	18.7	1140	238	1202	25.5	1225	19.5	1300	17.85	1325	20.4	1355	19.50	14.45	20.0
27 NOV 66	1007	12.8	1045	19.2	1100	28.8	1120	19.2	1140	15.20	1205	24.0	1225	16.80	13.05	16.8
18 DIC 66	1105	13.60	1120	13.60	1135	11.9	1200	11.05	1220	11.05	1235	11.90	13.10	12.75	13.40	13.60
29 DIC 66	1035	19.8	1100	22.4	1120	21.6	1145	22.5	1205	21.60	1235	20.7	13.00	21.6	13.45	20.7
24 ENE 67	1055	15.3	1130	13.5	1156	13.5	1213	13.5	1240	14.40	1300	15.3	13.26	15.3	14.05	16.2
29 ENE 67	1030	13.5	1055	16.2	1105	15.3	1125	15.3	1145	13.50	1205	14.4	12.30	15.3	13.45	14.4
21 FEB 67	940	8.0	1010	8.0	1025	8.8	1040	8.0	1100	16.80	1115	8.8	11.40	9.6	12.10	9.6
26 FEB 67	945	8.8	1000	8.0	1015	8.0	1030	8.4	1045	9.60	1100	16.8	11.20	9.6	12.00	8.80

6.6.- CLORURO

La dosis de cloruro en un agua, siempre es normal en cada tipo y cualquier exceso, puede tener como causa el propio terreno, la proximidad de la emergencia al mar, o procedente de contaminación urinaria.

6.6.1.-Epoca de Estiaje.-

Podemos observar en los gráficos de los cloruros obtenidos de los muestreos realizados en los días domingos de esta época, que las curvas (1) (2) y (9) presentan variaciones muy pequeñas, las cuales podemos decir que se debe a que los aportes de cloruros de las descargas ha sido muy pequeña; - - mientras que en la curva (3) (27 Noviembre) se - - aprecia un aumento en el contenido de los cloruros en las estaciones nº (3) y (6) que corresponden a Chosica y Ñaña respectivamente.

Estas mismas condiciones ocurre en los días particulares de la misma época de estiaje, como se puede apreciar en los gráficos correspondientes.

6.6.2.-Epoca de Creciente.-

Según los gráficos nº observamos que tanto en los días domingos como en los días particulares el aporte de los cloruros ha sido muy pequeño o que debido al mayor caudal que es, característico de esta época, la dilución ha sido grande por lo que la cantidad de cloruros presente en el agua tiende a permanecer casi constante.

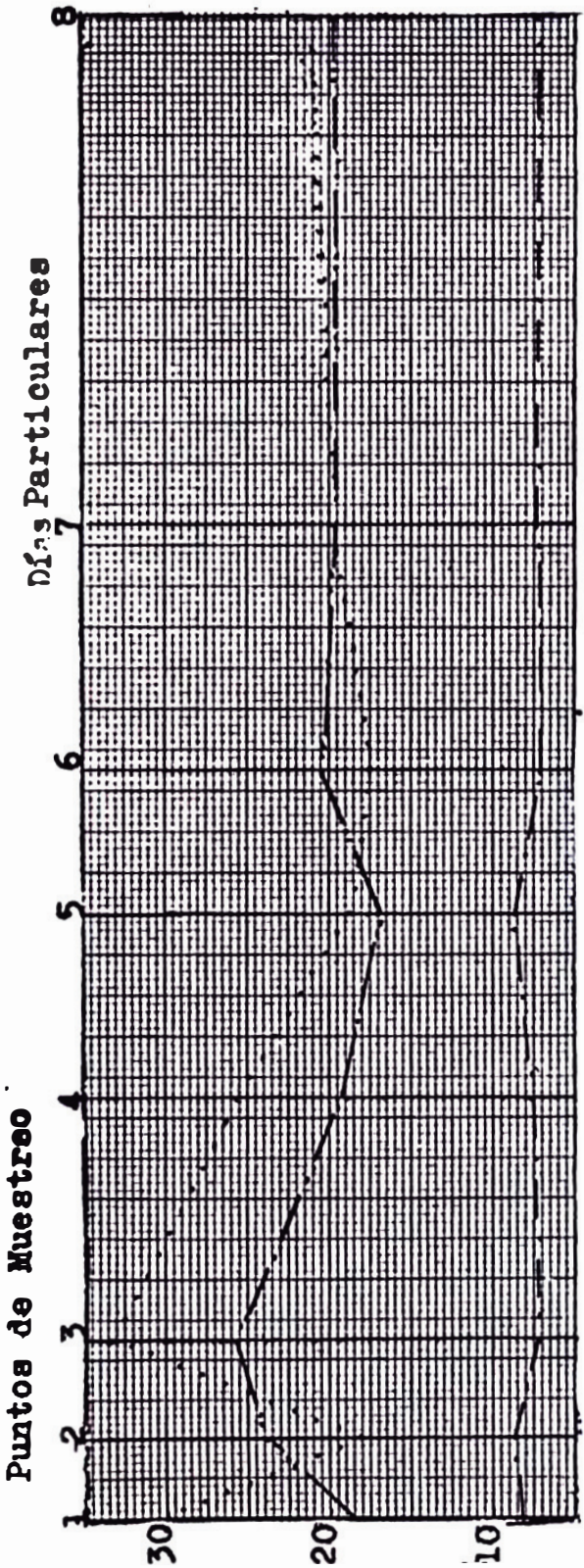
6.6.3.-Variación de los cloruros en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

El contenido de los cloruros en las aguas del Rímac tiende a disminuir en el mes de Octubre y de aumentar en el mes de Noviembre. La diferencia

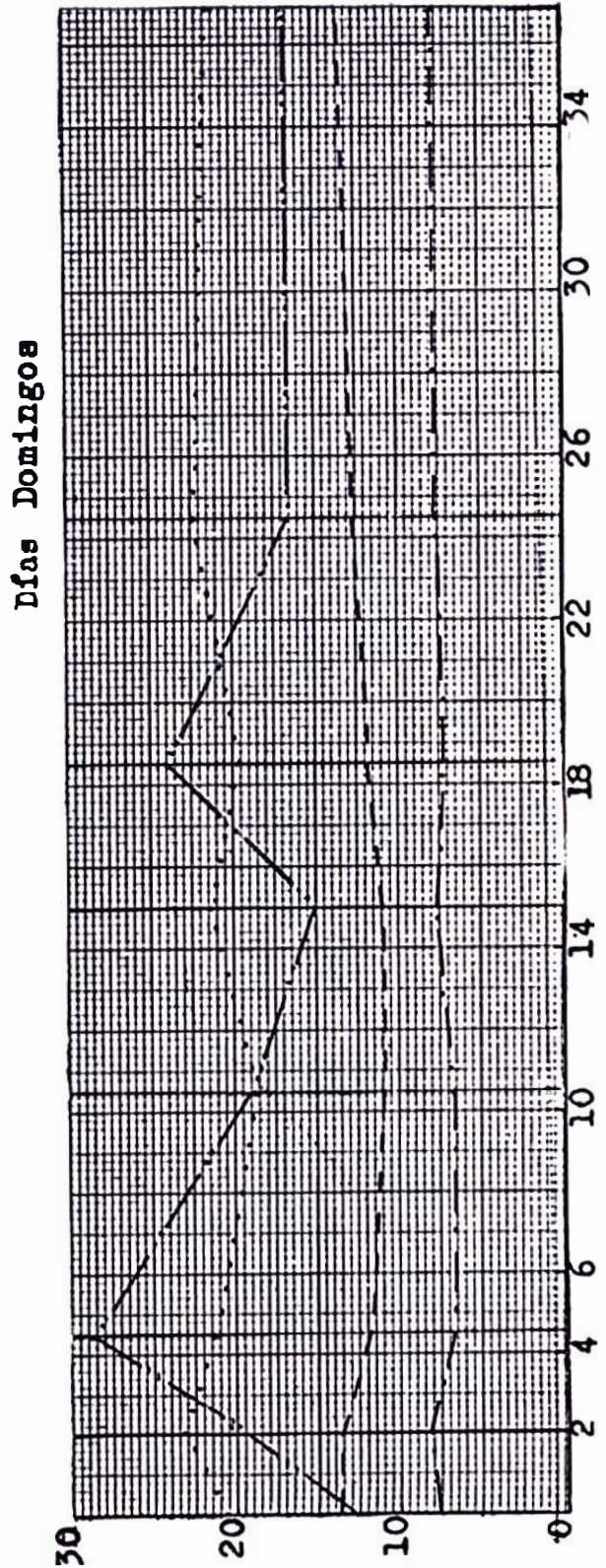
que podemos observar de los 2 grupos de curvas es que en el grupo de curvas graficadas de domingo a domingo se aprecia un leve aumento de los cloruros del mes de Diciembre a Enero que es lo contrario de lo que ocurre en el otro grupo que tiende a disminuir.

Finalmente en todas las curvas vemos que el contenido de él va disminuyendo al entrar en la época de creciente.

CURVAS DEL CLORURO
EPOCA DE ESTIAJE



..... 28 Set
 ——— 12 Oct
 - - - 9 Nov



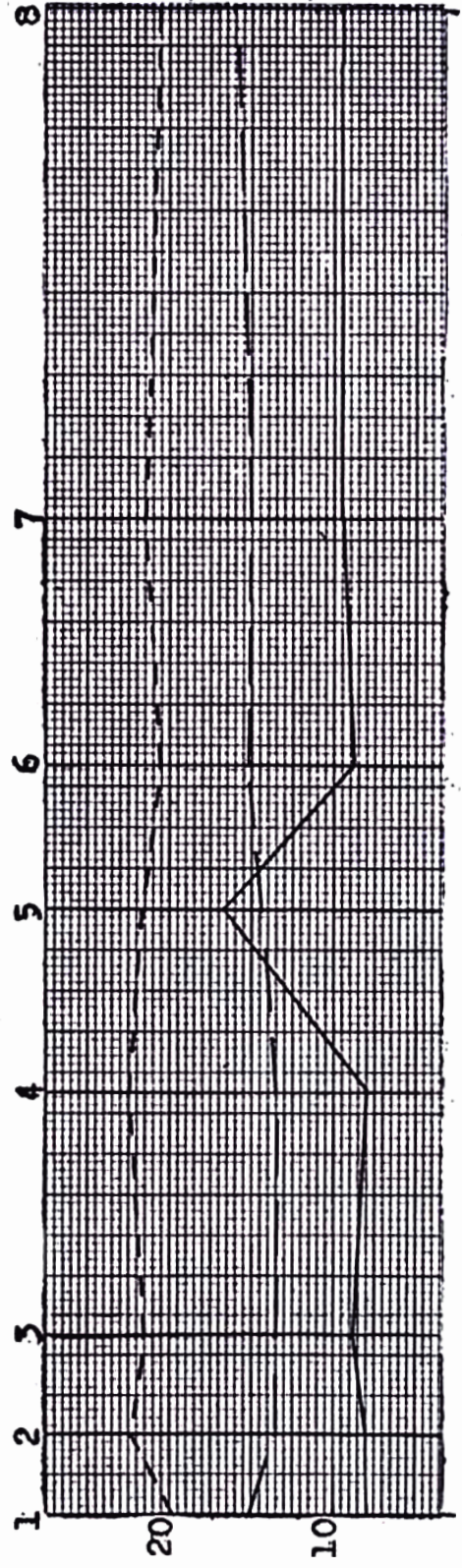
..... 25 Set
 ——— 23 Oct
 - - - 27 Nov
 - - - 18 Dic

Distancia en KMS

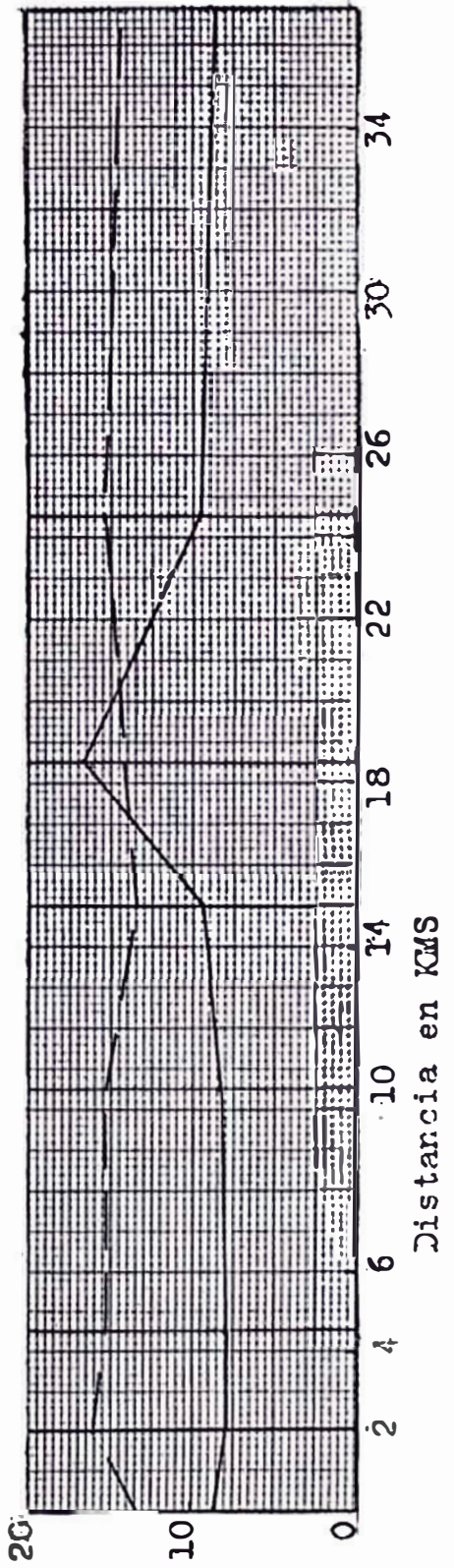
CURVAS DEL CLORURO

EPOCA DE CRECIENTE

Días Particulares



Días Domingos



VARIACION DE LOS CLORUROS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO
DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

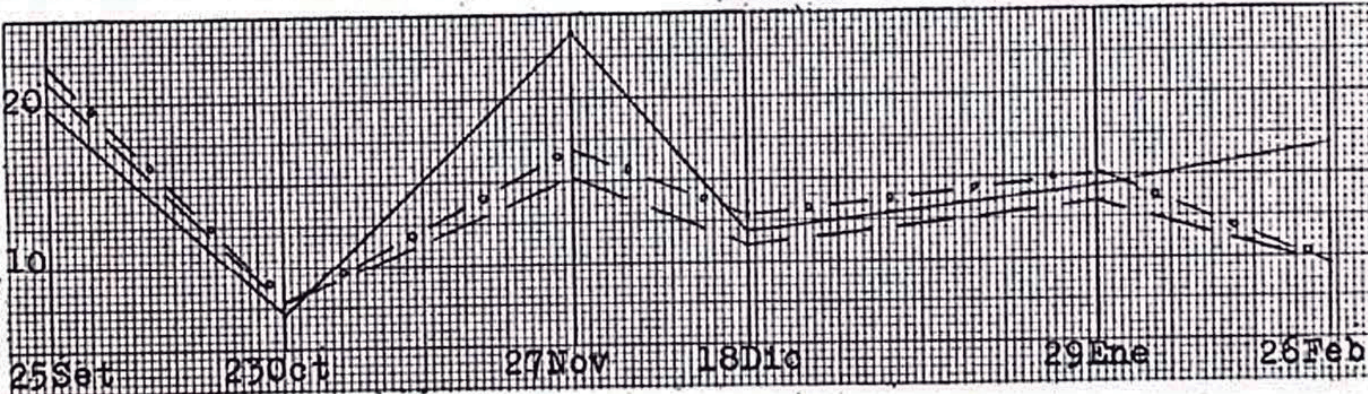
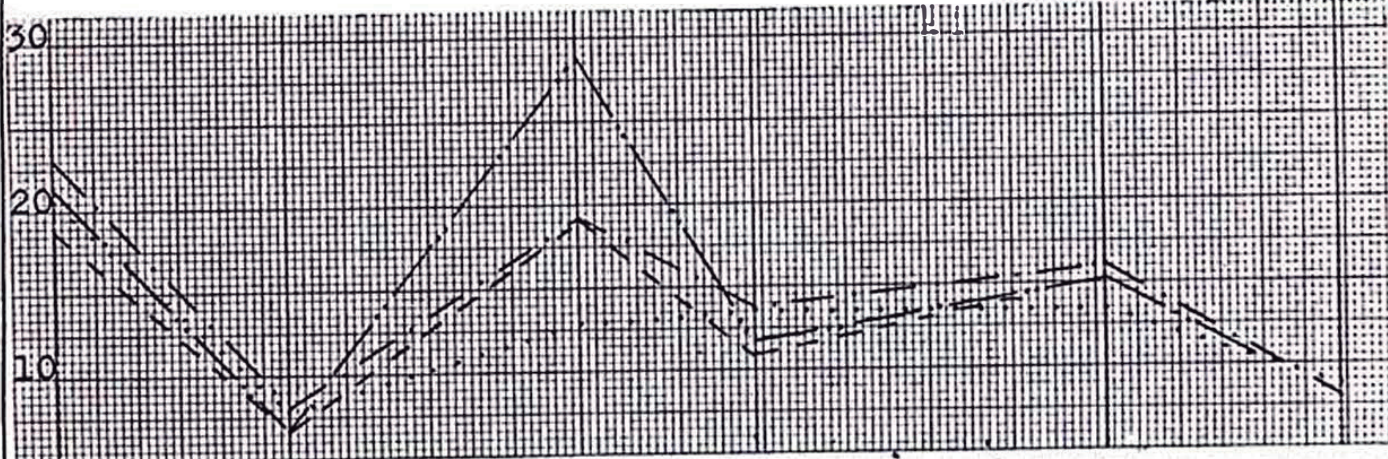
Días Particulares



- 1 (dotted line)
- 2 - - - - - (dashed line)
- 3 - . - . - . (dash-dot line)
- 4 - - - - - (long dashed line)

- 5 ———— (solid line)
- 6 ———— (solid line)
- 7 — . — . — . (dash-dot line)
- 8 — - - - - (long dashed line)

Días Domingos



INTERPRETACION DE LOS VALORES DE SULFATOS

ESTACIONES	N°1		N°2		N°3		N°4		N°5		N°6		N°7		N°8	
	HORA	SULF	HORA	SULF	HORA	SULF	HORA	SULF	HORA	SULF	HORA	SULF	HORA	SULF	HORA	SULF
25 SET 66	1030	137.5	11.15	151.25	11.50	143	12.50	140.25	13.05	143	13.15	151.25	13.45	143	16.00	165
28 SET 66	12.40	165	13.10	165	13.35	165	13.55	165	14.23	137.5	14.55	136.95	15.35	151.20	16.15	165
12 OCT 66	12.00	190	12.30	270	12.50	250	13.30	275	14.05	190	14.35	215.0	15.10	225.0	15.50	220
23 OCT 66	12.10	118.25	12.40	123.75	13.00	96.25	13.40	104.5	14.00	104.5	14.30	110.0	15.10	110.55	16.0	115.0
9 NOV 66	11.15	121	11.40	165	12.02	142	12.25	134.75	13.00	123.7	13.25	137.5	13.55	154.0	14.45	148.5
27 NOV 66	10.07	132	10.43	165	11.00	165	11.20	165	11.40	159.5	12.05	159.5	12.25	156.75	13.05	156.75
18 DIC 66	11.05	110	11.20	110	11.55	96.25	12.00	101.75	12.20	99.0	12.35	93.50	13.10	99.0	13.40	96.25
29 DIC 66	1035	159.5	11.00	165	11.20	165	11.45		12.06	151.25	12.35	162.25	13.00	165.0	13.45	96.6
24 ENE 67	10.55	121	11.30	96.25	11.56	82.5	12.13	90.75	12.40	96.25	13.00	96.25	13.26	99.0	14.05	100
29 ENE 67	1030	82.5	11.55	96.25	11.05	85.80	11.25	82.50	11.45	79.75	12.05	79.75	12.30	92.4	13.45	90.75
21 FEB 67	9.40	37.4	10.10	46.75	10.25	44.0	10.40	46.20	11.00	41.80	11.15	51.70	11.40	68.75	12.10	53.90
26 FEB 67	9.45	46.75	10.00	63.26	10.15	60.50	10.20	60.50	10.45	51.70	11.00	55.00	11.20	82.50	12.00	68.75

6.7.- SULFATOS

Como sucede con los nitratos, en el ciclo del Nitrógeno, los sulfatos, en su ciclo correspondientes, cuando se encuentran en las aguas, nos indica que todo el proceso de simplificación molecular ha terminado por completo.

6.7.1.-Epoca de Estiaje.-

Particulares.- Se observa que los valores de los sulfatos sufre un aumento en la muestra (2) para luego disminuir y aumentar nuevamente en la muestra (4) luego sigue disminuyendo y nuevamente hay un incremento hasta llegar al punto (7) y desde allí el contenido de sulfatos sufre una pequeña disminución hasta llegar a la Atarjea.

Estas sucesivas variaciones que se presentan se debe a las diferentes descargas que el río recibe, estas son las de Chosica, Chaclacayo, Ñaña y Vitarte y debido a la naturaleza de ellas producen dichas variaciones.

Domingos.- El contenido de sulfatos es muy pequeña, podemos decir que se mantiene casi constante en todo el recorrido del río.

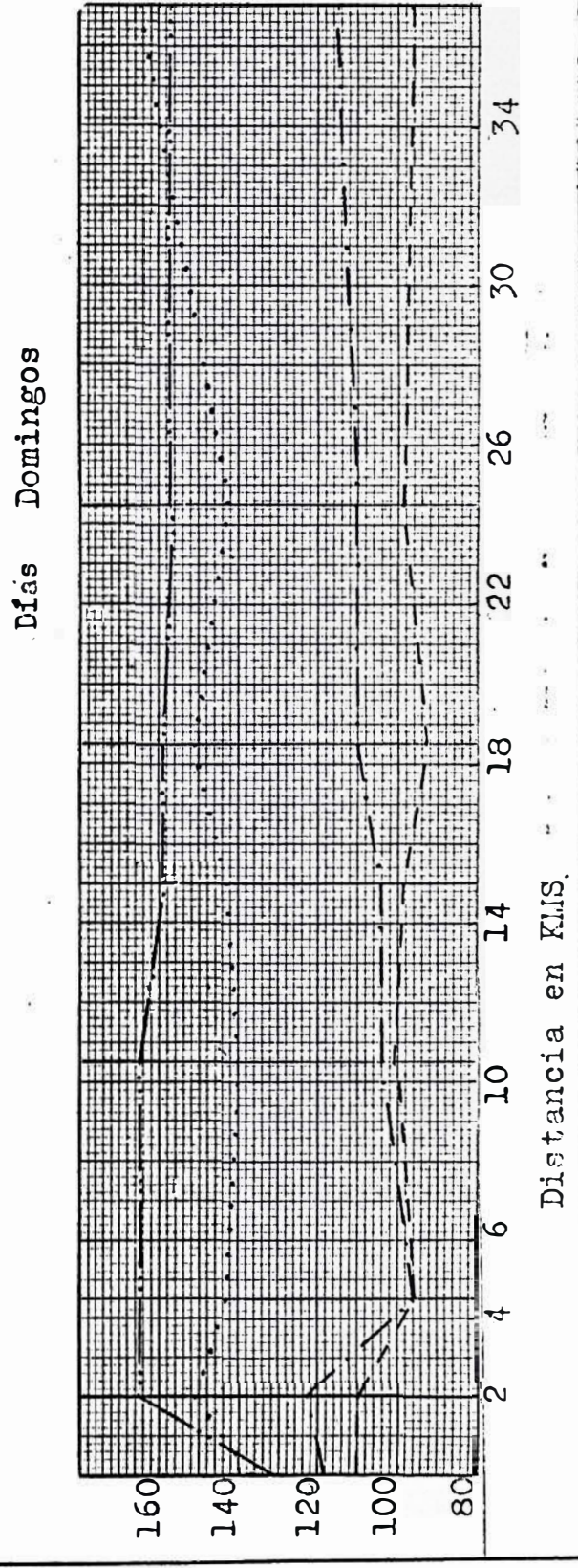
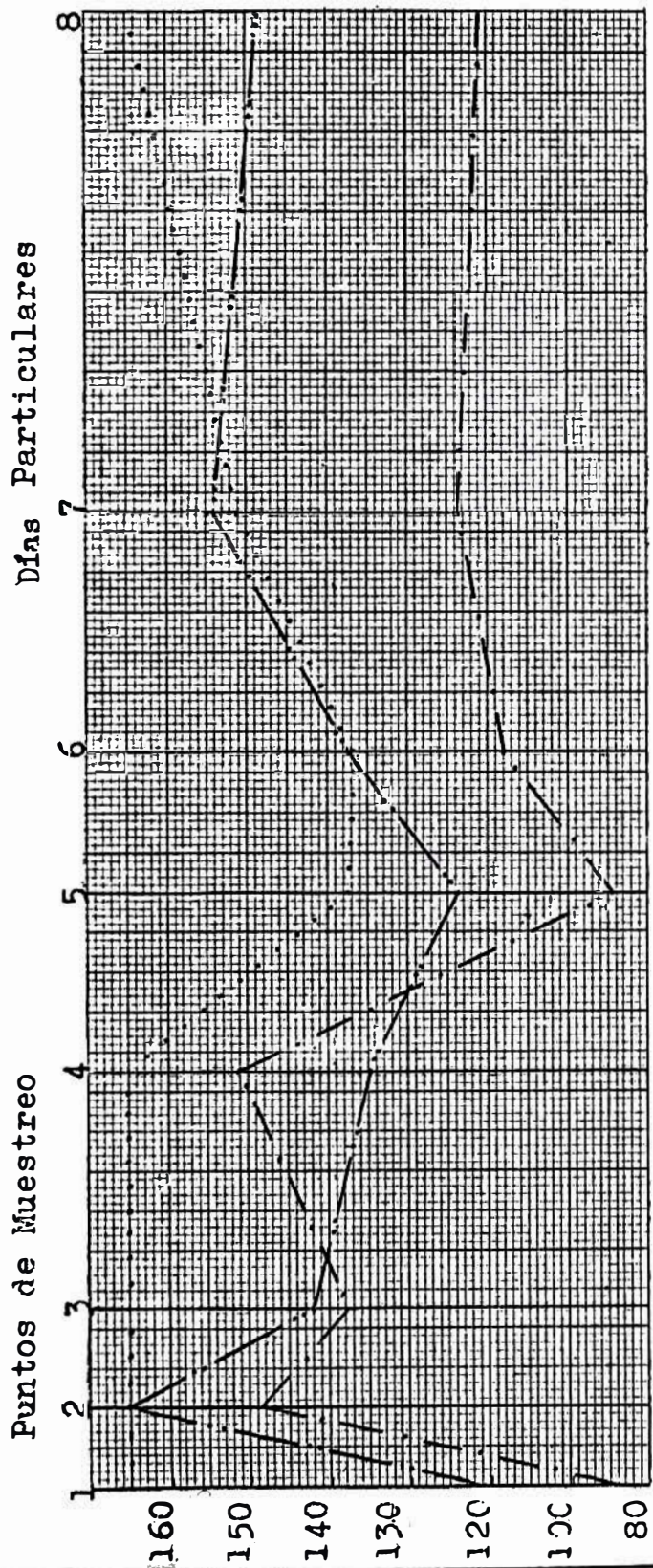
6.7.2.-Epoca de Creciente.-

Tanto en los días domingos como en los días particulares los sulfatos tienden a permanecer constante en todo el recorrido del río, y sus valores son muy pequeños en comparación a la época de estiaje debido a la gran dilución que se produce.

6.7.3.-Variación de los sulfatos en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

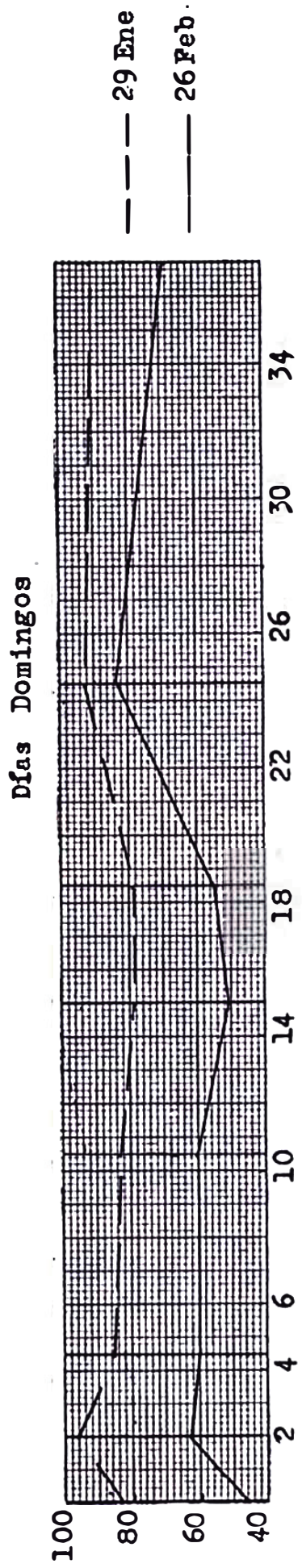
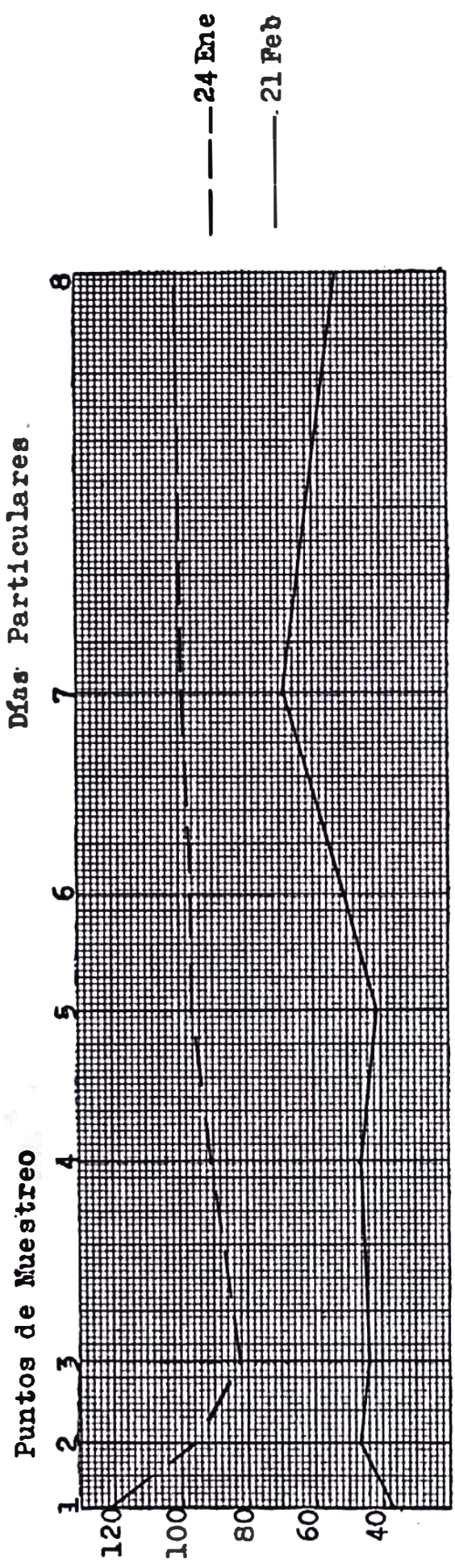
Se aprecia que en el mes de Octubre se produce una disminución en el contenido de los sulfatos y un aumento al llegar al mes de Noviembre; desde allí observamos que para el grupo de curvas de los domingos este contenido baja y en las curvas de los días particulares sufre un pequeño aumento a partir del mes de Diciembre cuando se ingresa a la época creciente en ambos grupos de curvas se observa una disminución de los sulfatos; mientras que para los domingos esta disminución es paulatina para los otros se realiza de una manera brusca.

CURVAS DE LOS SULFATOS
EPOCA DE ESTIAJE



CURVAS DE LOS SULFATOS.

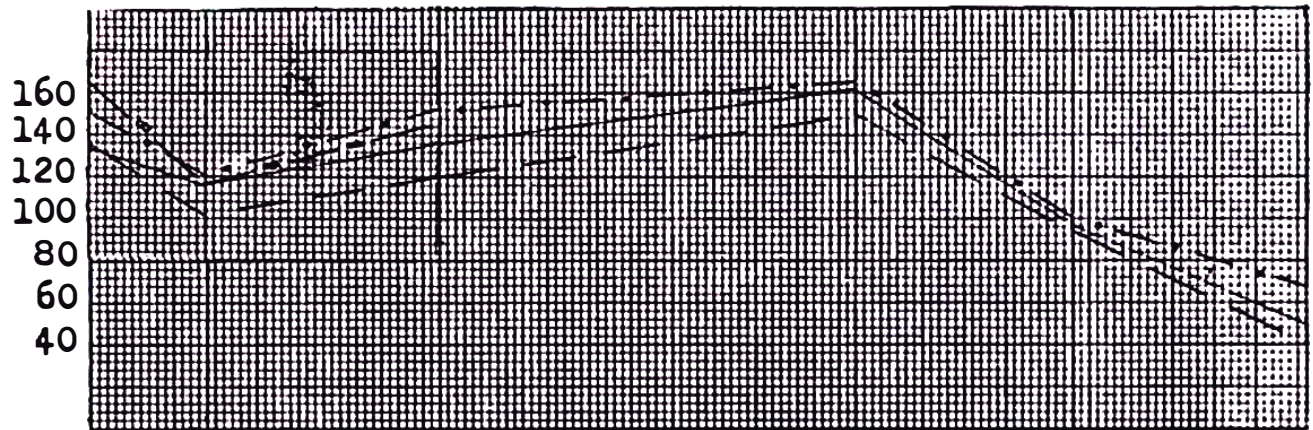
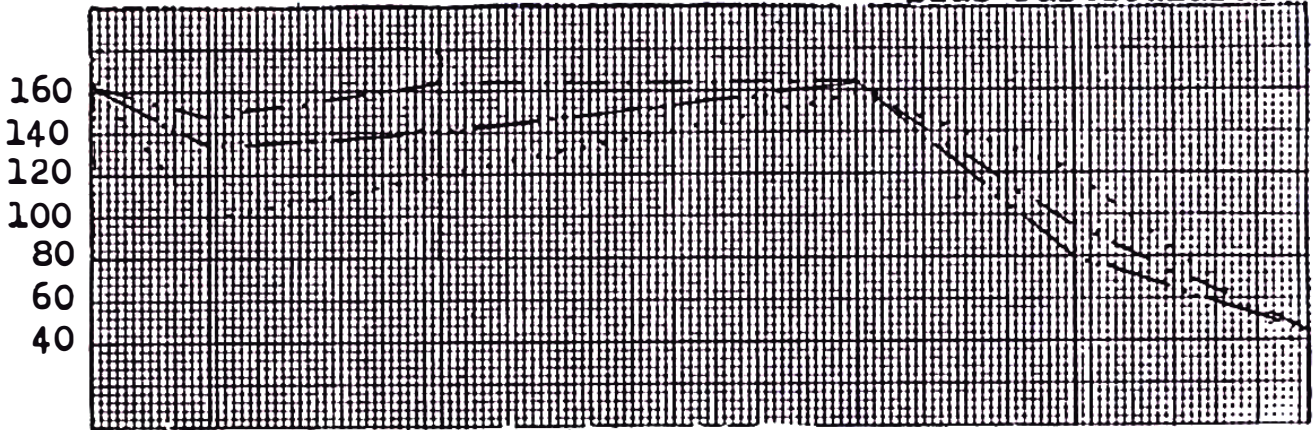
EPOCA DE CRECIENTE



Distancia en KMS

VARIACION DE LOS SULFATOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

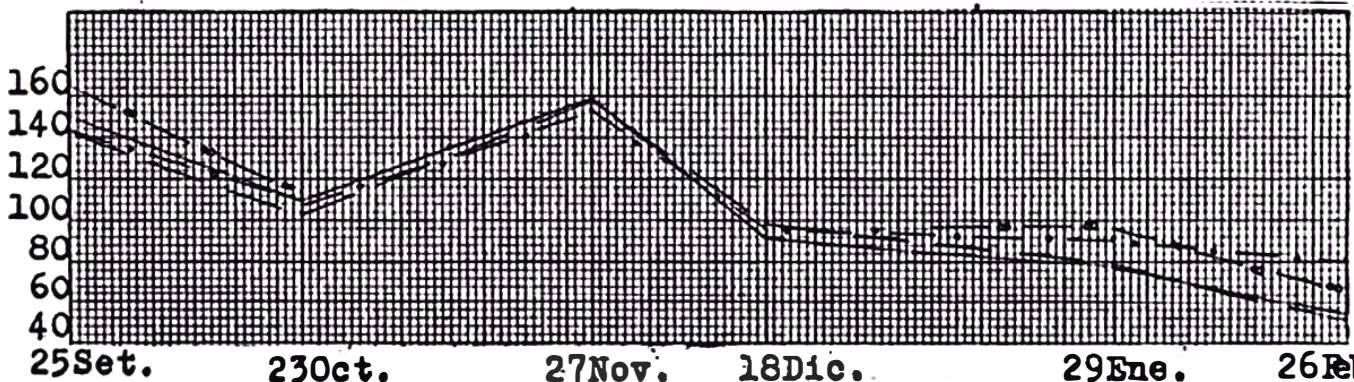
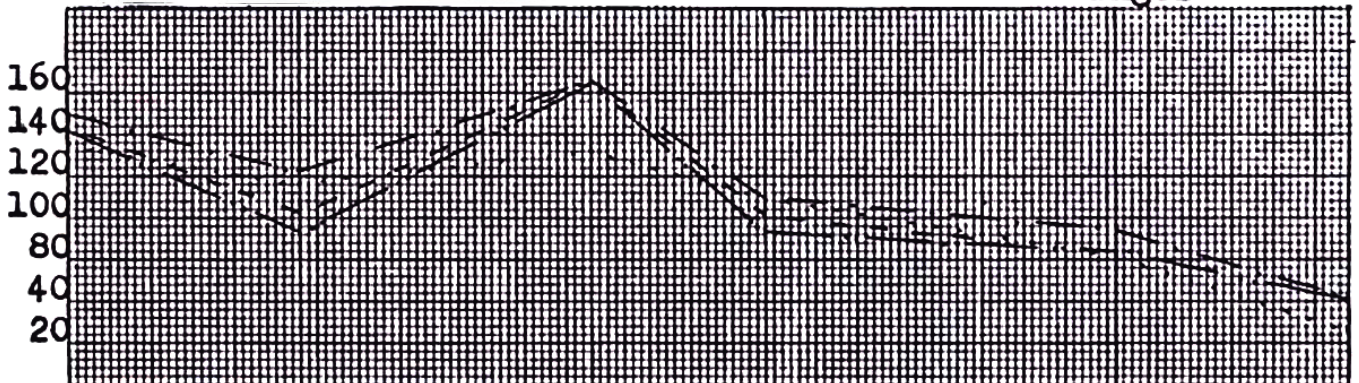
Días Particulares



28 Set. 12 Oct. 9 Nov. 29 Dic. 24 Ene. 21 Feb.

- | | |
|-------------|-------------|
| 1 - - - - - | 5 - - - - - |
| 2 - - - - - | 6 - - - - - |
| 3 - - - - - | 7 - - - - - |
| 4 - - - - - | 8 - - - - - |

Días Domingos



25 Set. 23 Oct. 27 Nov. 18 Dic. 29 Ene. 26 Feb.

INTERPRETACION DEL ANHIDRIDO CARBONICO

ESTACIONES	N°1		N°2		N°3		N°4		N°5		N°6		N°7		N°8	
	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂	HORA	CO ₂
25 SET 66	10.30	5	11.15	5	11.50	5	12.20	5	13.05	0	13.15	.5	13.45	0	16.00	0
28 SET 66	12.40	5	13.10	0	13.35	10	13.55	5	14.23	0	14.55	0	15.35	0	16.15	0
12 OCT 66	12.00	0	12.30	0	12.55	.5	13.30	5	14.05	0	14.35	0	15.10	5	15.50	5
23 OCT 66	12.10	5	12.40	10	13.00	10	13.40	10	14.00	10	14.30	10	15.00	10	16.00	15
9 NOV 66	11.15	5	11.40	5	12.02	5	12.25	10	13.00	0	13.25	5	13.55	0	14.45	5
27 NOV 66	10.07	5	10.45	5	11.00	10	11.20	10	11.40	.5	12.05	10	12.25	5	13.05	5
18 DIC 66	11.05	5	11.20	5	11.35	15	12.00	10	12.20	5	12.35	5	13.10	10	13.40	15
29 DIC 66	10.35	5	11.00	5	11.20	5	11.45	10	12.05	5	12.35	15	13.00	10	13.45	10
24 ENE 67	10.55	15	11.30	10	11.56	15	12.13	10	12.40	10	13.00	10	13.26	20	14.05	10
29 ENE 67	10.30	10	10.55	15	11.05	10	11.25	10	11.45	10	12.05	25	12.30	10	13.45	15
21 FEB 67	9.40	10	10.10	15	10.25	10	10.40	15	11.00	20	11.15	15	11.40	25	12.10	25
26 FEB 67	9.45	15	10.00	20	10.15	20	10.30	25	10.45	20	11.00	30	11.20	30	12.00	25

6.8.- ANHIDRIDO CARBONICO

En el mecanismo y desarrollo del proceso de la contaminación y autopurificación pueden distinguirse cuatro zonas bien definidas: zona de degradación, zona de activa descomposición, zona de recuperación y de aguas claras, las características de estas zonas con respecto al Anhídrido Carbónico son:

Zona de degradación.- A medida que el oxígeno disuelto de crece paulatinamente, el anhídrido carbónico se incrementa.

Zona de activa descomposición.- Se incrementa el anhídrido carbónico a medida que se establece la descomposición anaeróbica.

Zona de recuperación.- El oxígeno disuelto se incrementa y el anhídrido carbónico disminuye.

Zona de aguas claras.- No hay anhídrido carbónico.

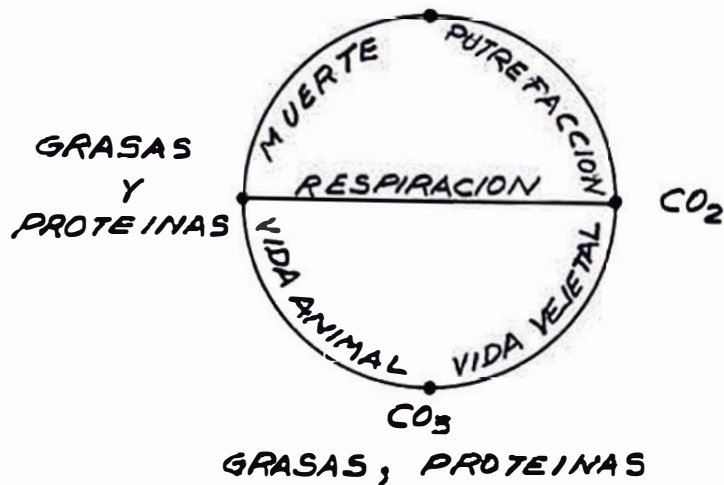
De lo anterior expuesto, podemos decir que el anhídrido carbónico es un producto de la descomposición de la materia orgánica.

Partiendo de la materia orgánica nitrogenada, que como la más inestable es la de mayor importancia sanitaria, cada uno de los productos conteniendo N, S ó C, sigue su ciclo correspondiente.

Ciclo del Carbono.- En este ciclo, lo más importante resulta la formación del ácido carbónico $\text{CO}_3 \text{H}_2$ por fermen tación. El ciclo comienza con la muerte del organismo, por su descomposición, cuyo final origina la oxidación - del Carbono, con la consiguiente formación del CO_2 .

Combinándose el Carbónico, con cualquier base que exista en el medio, formará los carbonatos.

ORGANISMOS MUERTOS



En los procesos aeróbicos el Carbono se oxida para formar CO_2 mientras que en aquellos anaeróbicos, el Carbono se une con el Hidrógeno para formar Metano, mediante la siguiente reacción: $CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O$

6.8.1.-Epoca de Estiaje.-

El CO_2 se mantiene en días particulares en un rango de 0 a 10, lo que significa que casi no hay CO_2 presente en las aguas y que a su vez indicaría que estamos en zona de recuperación o de aguas claras, según está aclarado en la introducción. Dentro de las variaciones a lo largo del tramo de estudio se observa que Chosica y Chaclacayo son los puntos que ofrecen los más altos valores de CO_2 .

En días domingos hay un ligero aumento sobre los días particulares, el rango en que varía es de 0 a 15; Chosica y la Atarjea son en esta oportunidad los puntos que muestran los valores más altos.

6.8.2.-Época de Creciente.-

En ésta época el CO_2 se incrementa notablemente las cifras registradas en el primer punto varían - de 5 a 15 y después de variaciones que tienden a - aumentar, se llega a la Atarjea con valores de 10 a 25 p.p.m..

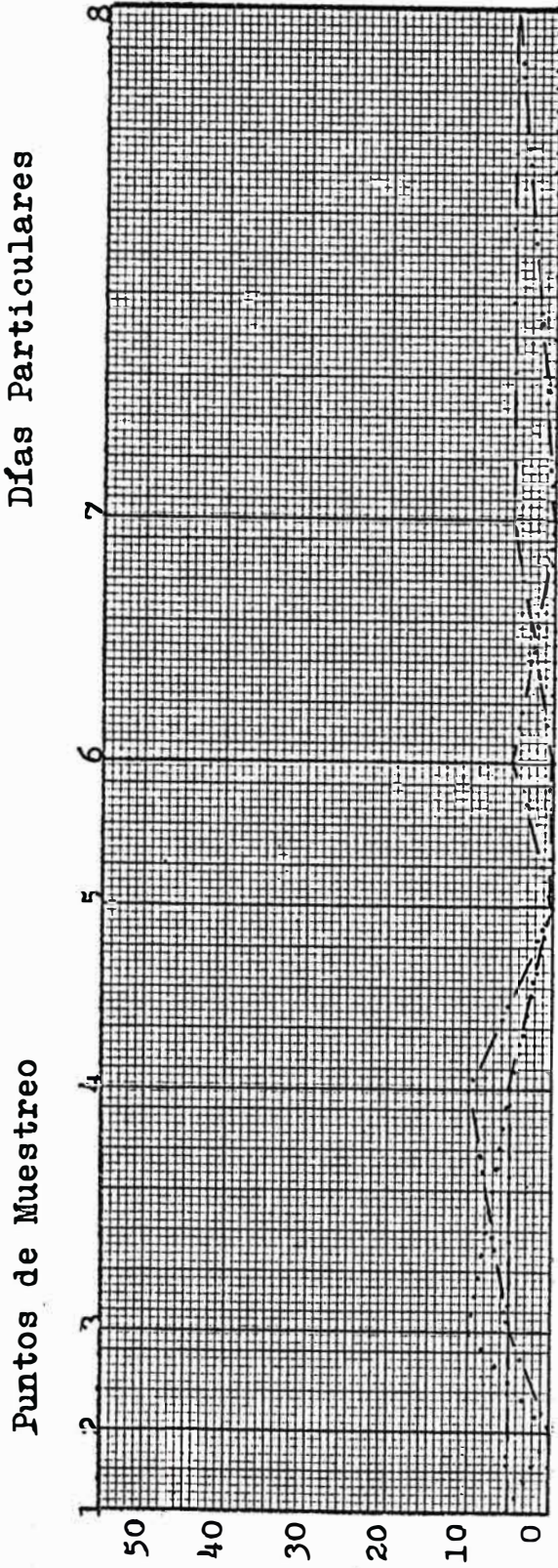
Teniendo en cuenta la pronunciada pendiente del cauce por el que circula al río y el aumento del - caudal en ésta época, se atribuye este aumento de CO_2 a la reaeración que se lleva a cabo y al O.D. presente en las aguas que es aprovechado por la ma-
teria orgánica carbonácea que está en constante - descomposición, para oxidarse formando CO_2 .

6.8.3.-Variación del Anhídrido Carbónico en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

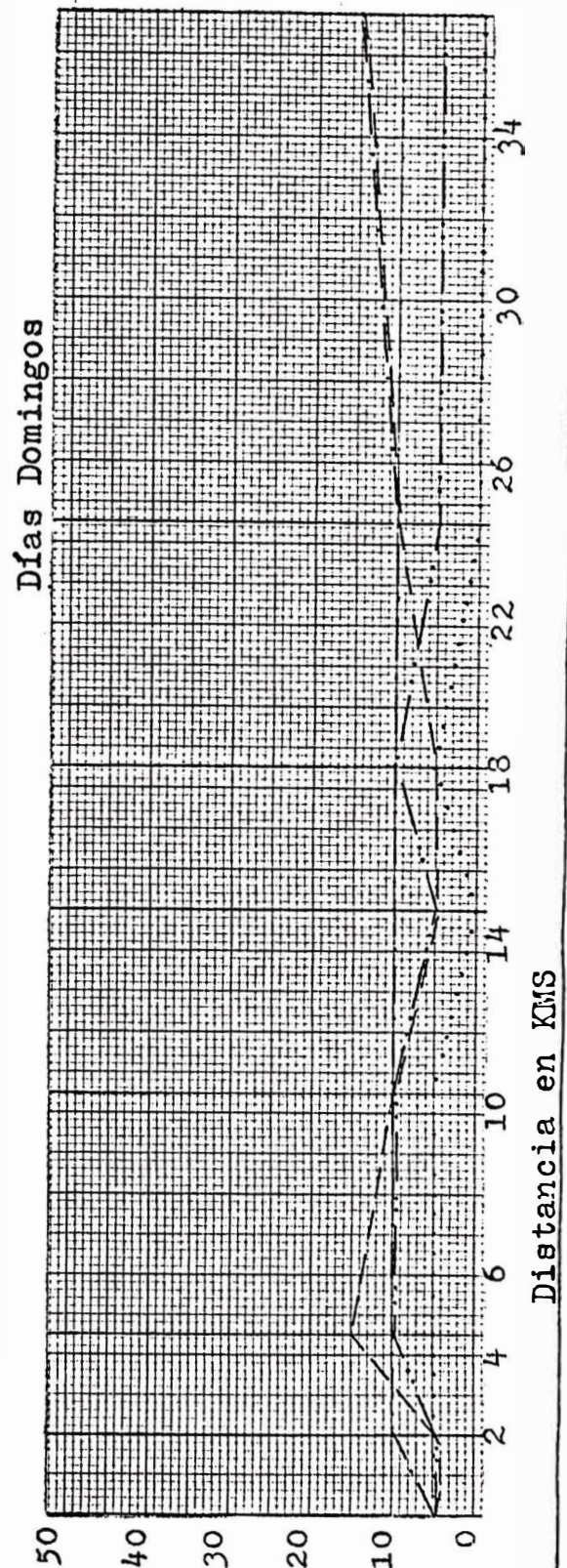
Observando las curvas del CO_2 se puede apreciar que a medida que se acerca la creciente, aumenta - el CO_2 . Esto confirma lo explicado aisladamente,- en épocas de estiaje o creciente, es decir que el mayor caudal produce mayor reaeración y por consi-
guiente mayor O.D., los desagües que se arrojan al río, son los mismos en ambas épocas, pero la mate-
ria orgánica (plantas, basuras, animales muertos,- etc.) que se encuentran en ambas orillas del río,- son lavadas en época de creciente, con la fuerza - de la corriente, descomponiéndose y dando lugar a la formación de CO_2 , debido a la presencia del O.D. mencionado anteriormente.

CURVAS DEL ANHIDRIDO CARBONICO

EPOCA DE ESTIAJE



..... 28Set
 -.-.- 12Oct
 --- 9Nov



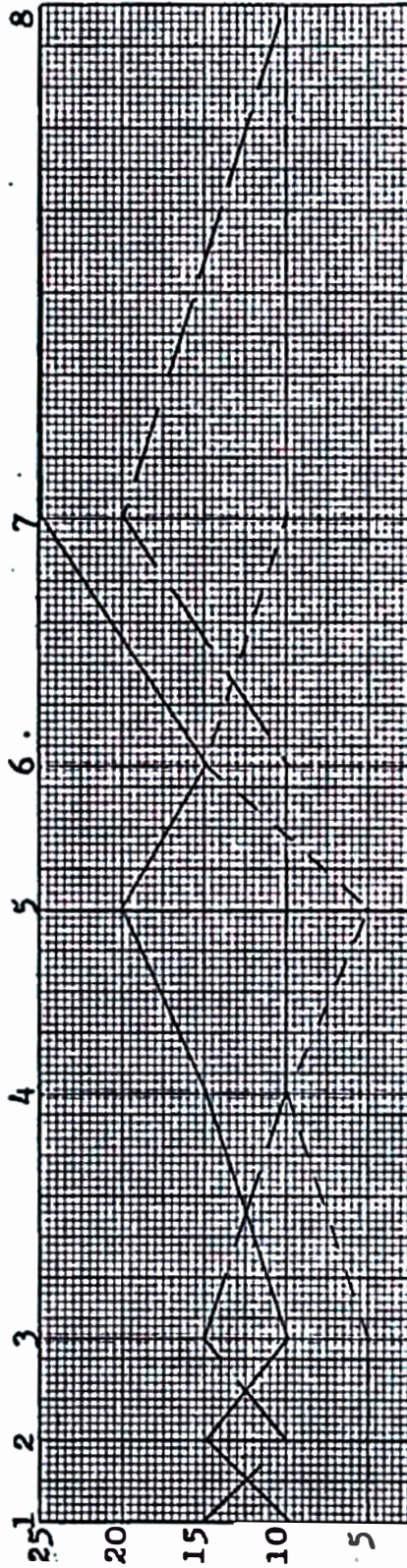
..... 25Set
 -.-.- 23Oct
 --- 27Nov
 --- 18Dic

CURVAS DEL ANHIDRIDO CARBONICO

EPOCA DE CRECIENTE

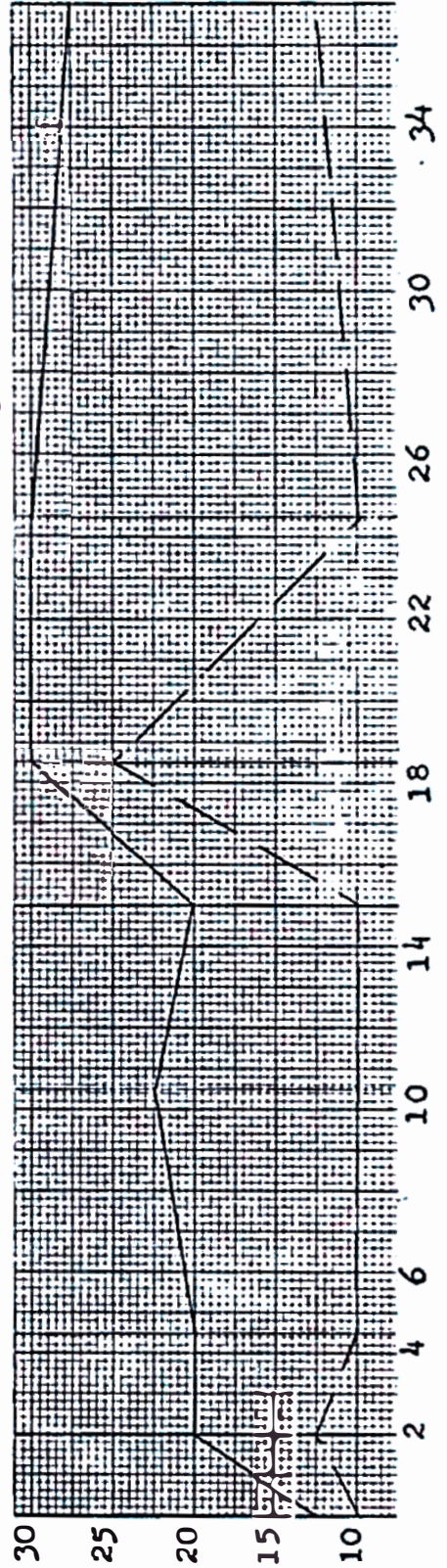
Puntos de Muestreo

Días Particulares



--- 29 Dic
 --- 24 Ene
 --- 21 Feb

Días Domingos

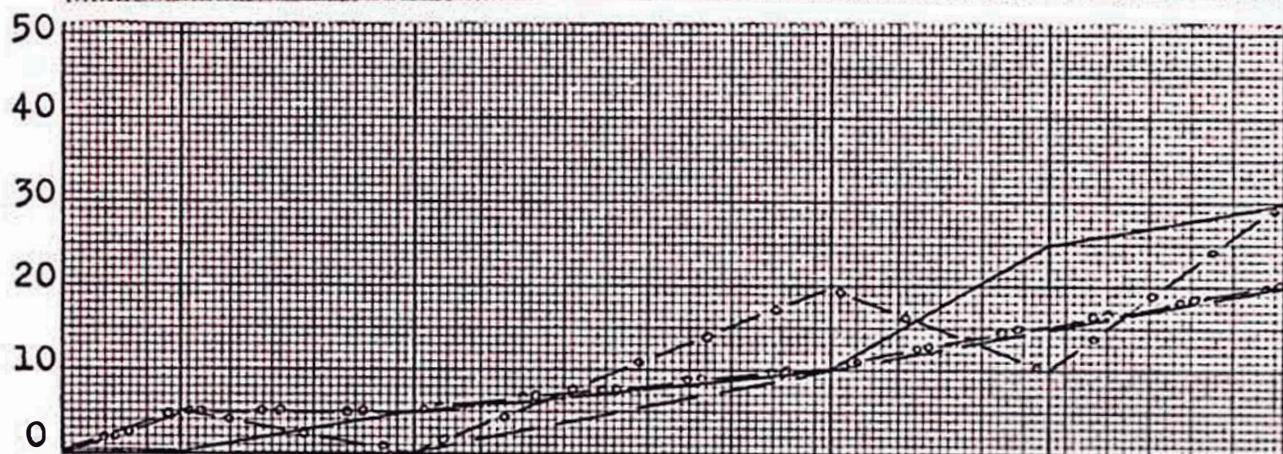
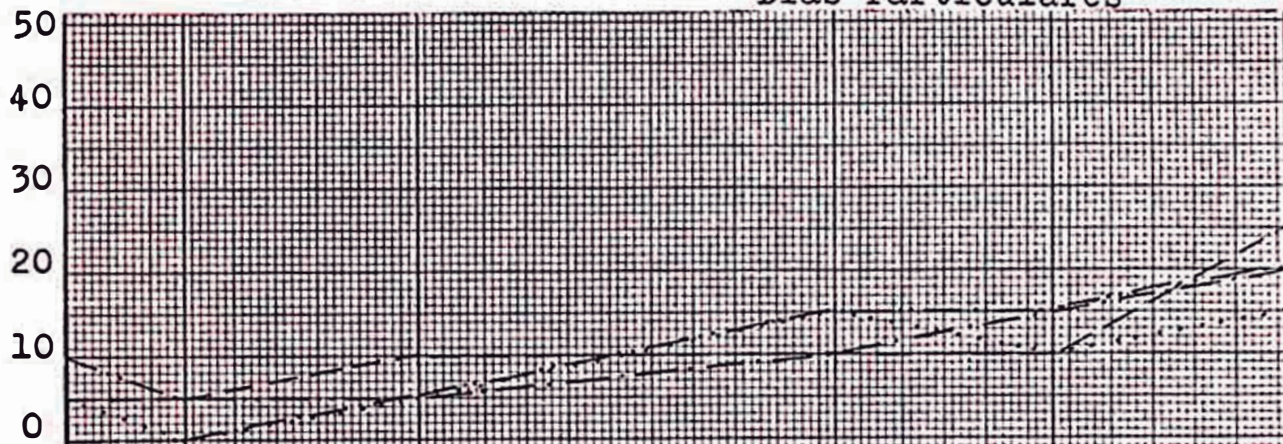


--- 29 Ene
 --- 26 Feb

Distancia en KMS

VARIACION DEL ANHIDRIDO CARBONICO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

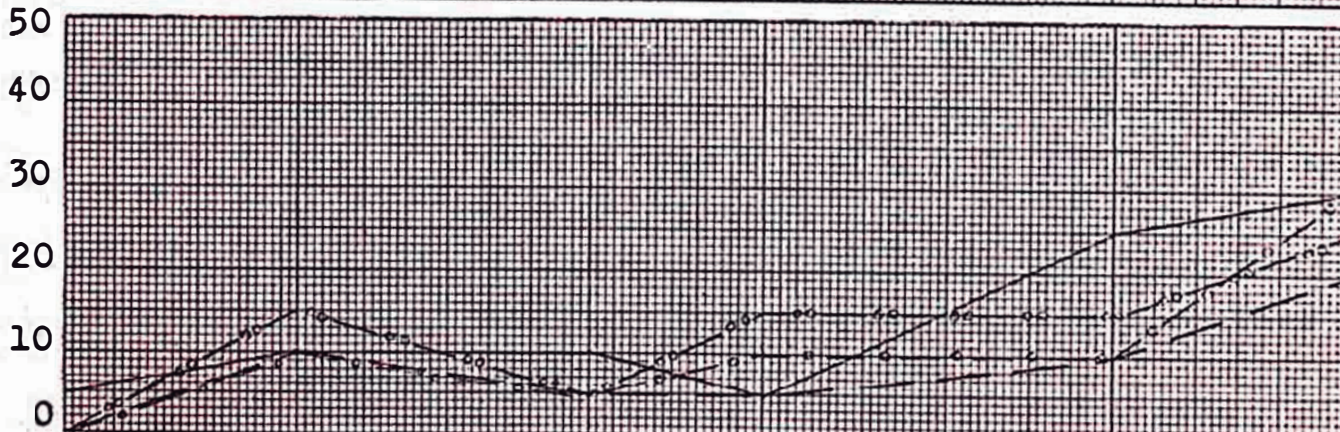
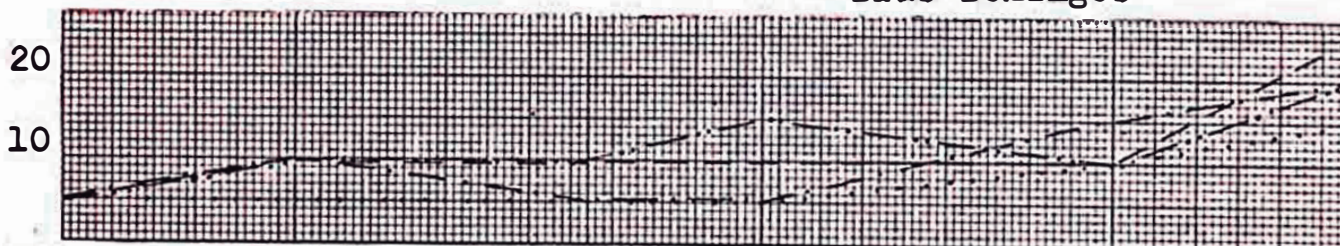
Días Particulares



28Set 12Oct 9Nov 29Dic 24Ene 21Feb

- | | | | |
|---|-----------|---|-----------|
| 1 | | 5 | — — — — |
| 2 | — · — · — | 6 | —— ——— |
| 3 | — · — · — | 7 | — · — · — |
| 4 | — · — · — | 8 | — · — · — |

Días Domingos



25Set 23Oct 27Nov 18Dic 29Ene 26Feb

6.9.- COMPUESTOS NITROGENADOS

6.9.1.- Ciclo del Nitrógeno.-

Todas las materias orgánicas que contienen Nitrógeno, siguen en su desdoblamiento molecular, este ciclo. En la primera fase, sufre la materia muerta, mediante procesos de putrefacción o descomposición, su transformación en Amoníaco, bajo la acción bioquímica. El bacilo Mycoides es uno de los bacilos cuya acción sobre la materia nitrogenada es de lo más enérgico, por su influencia; el Oxígeno se fija en los elementos de la albúmina; el Carbono se transforma en Anhídrido Carbónico; el Azufre en ácido sulfúrico y parcialmente el Hidrógeno en agua, dejando el Amoníaco como residuo de esta oxidación. La transformación de la Urea tiene su efecto mediante la acción de la enzima Ureasa y bacterias amonizantes que realizan esta descomposición, simplificando la molécula tanto en medio aeróbico, como anaeróbico.

La segunda fase del ciclo del Nitrógeno, está formada por la transformación del Amoníaco, en Nítritos.

La tercera fase del ciclo del Nitrógeno, lo constituye la Nitratación o transformación del Nítrito en Nitrato, mediante un simple proceso de oxidación y en esta forma el Nitrógeno resulta asimilable por las plantas.

La desnitrificación del Nitrato o Nítrito, es una fase accidental del ciclo del Nitrógeno, los agentes desnitrificantes se encuentran muy extendidos, en el aire, agua y suelo, como el bacilo Acuatilus, Romosus y el Mycoide cuando se convierte en anaeróbico, sobre todo, cuando se encuentra en un medio formado por cuerpos fácilmente reductibles como los Nitratos.

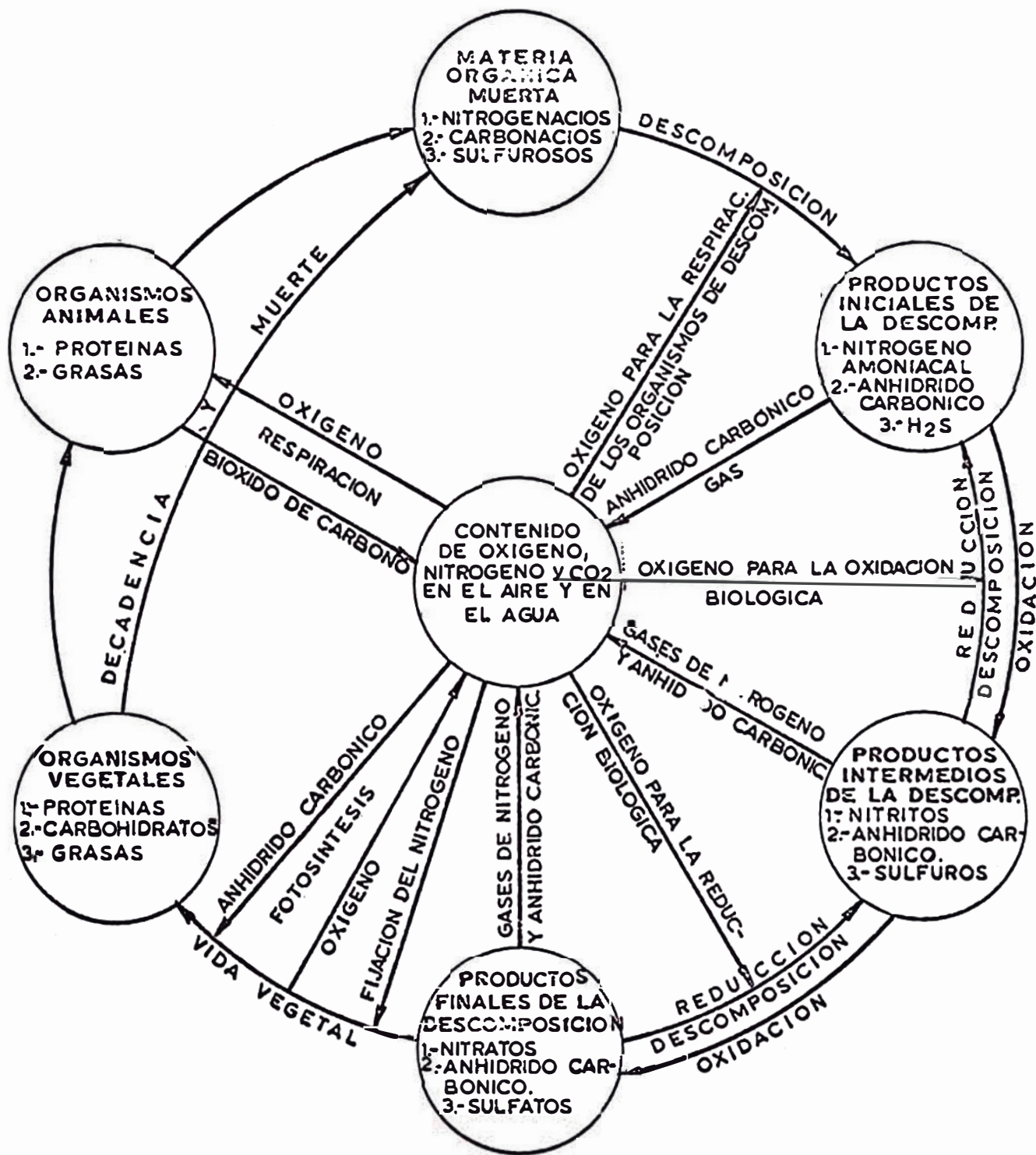


GRAFICO N° 1

CICLO DEL NITROGENO CARBONO Y SULFURO EN LA DESCOMPOSICION AEROBICA

La fijación del Nitrógeno atmosférico, es un proceso llevado a cabo por bacterias que viven en simbiosis, con vegetales superiores, las bacterias necesitan el Carbono, se lo proporciona la planta, mientras ellas a su vez le suministran Nitrógeno.

Para llegar al término Amoniacado punto inicial del proceso de nitrificación, es necesario antes, que la materia muerta, proteica, se desdoble hasta ese término simple; no es aún bien conocido el proceso, ya que ocurren interrupciones que impiden la continuidad del ciclo del Nitrógeno, tal cual se ha descrito.

En los esquemas que aparecen en Water Supply and Waste Water Disposal por Fair & Geyer se observa en forma más objetiva el ciclo del Nitrógeno juntamente con el Carbono y Sulfuro; tanto en su descomposición aeróbica como en la anaeróbica.

El gráfico N°1 idealiza el ciclo del Nitrógeno, Carbono y Sulfuro en su descomposición aeróbica, el Nitrógeno orgánico por ejemplo parece ser convertido sucesivamente por materia viviente en Nitrógeno amoniacal, Nitritos y Nitratos. El Nitrato es luego asimilado por las plantas con la ayuda de la luz solar (fotosíntesis) con el fin de desarrollarse y éstas a su vez son consumidas por los animales para formar tejido animal. El oxígeno es necesario para la respiración por los organismos que son responsables de la descomposición, esto está representado en el arco descendente del círculo, así como la respiración de las plantas y animales que se sintetizan la materia orgánica, lo cual se representa en el arco ascendente del círculo. El Oxígeno gaseoso satisface las necesidades normales en la descomposición aeróbica. Organismos terrestres satisfacen sus necesidades

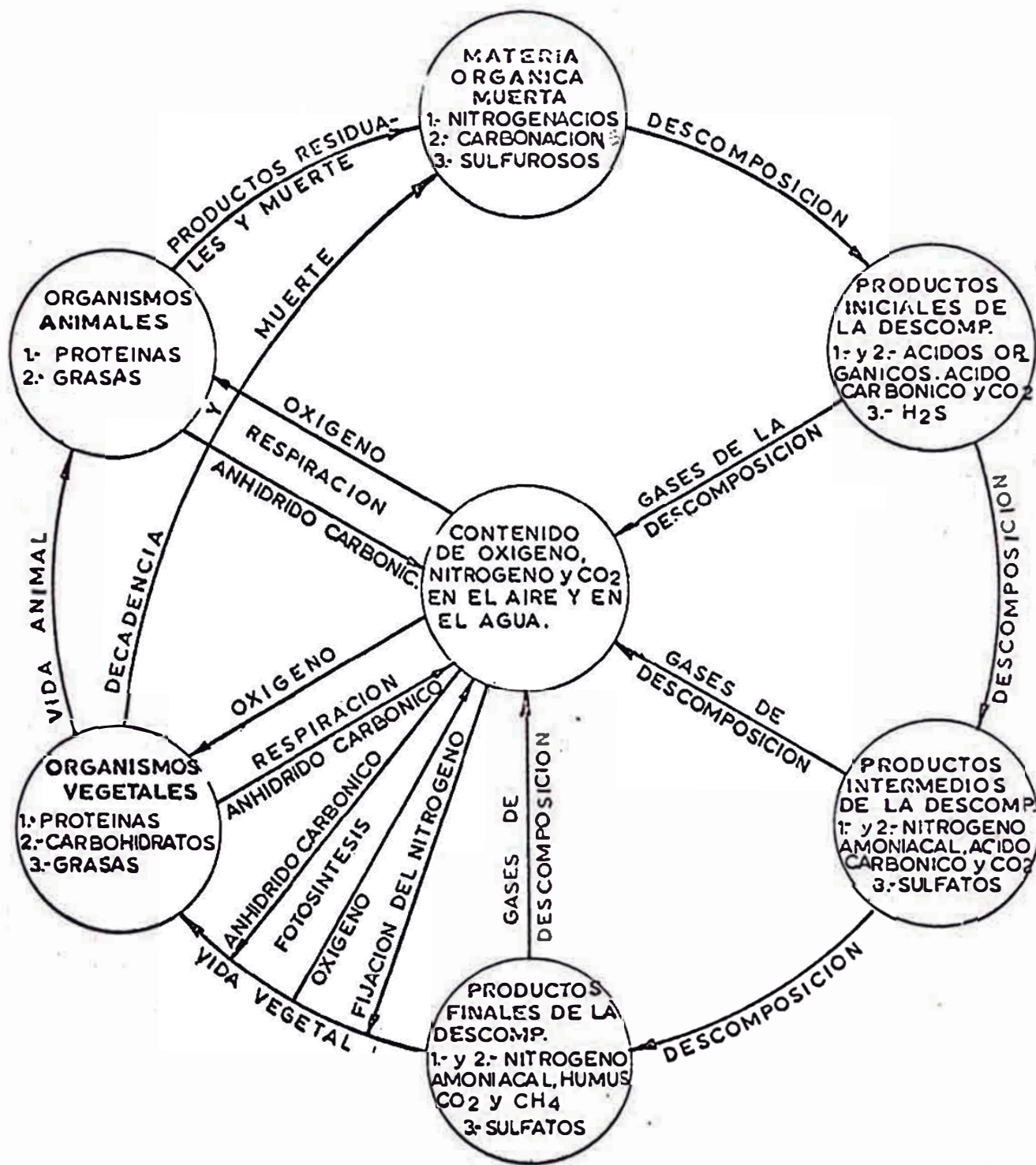


GRAFICO N° 2

CICLO DEL NITROGENO CARBONO Y SULFURO EN LA DESCOMPOSICION ANAEROBICA.

con el Oxígeno de la atmósfera y los acuáticos -- con el Oxígeno Disuelto en el agua. Como se ve en la figura las plantas tienen la propiedad fisiológica de desprender Oxígeno y consumir Bióxido de Carbono durante la fotosíntesis.

En el gráfico N° 2 se idealiza el ciclo del Nitrógeno, Carbono y Sulfuro en su descomposición anaeróbica. Cuando el Oxígeno Disuelto en el agua es consumido por los organismos que se encuentran abocados en la destrucción de la materia nutriente, organismos aeróbicos que no son capaces de utilizar el Oxígeno Disuelto o libre, perecen, su lugar es tomado por organismos anaeróbicos o anaeróbicos facultativos, los cuales pueden desarrollarse con el Oxígeno de la materia orgánica, es entonces que la descomposición anaeróbica suplente a la aeróbica. Los productos iniciales de la descomposición anaeróbica son ácidos orgánicos, Acido Carbónico, Bióxido de Carbono, Hidrógeno Sulfurado; los productos intermedios son el Nitrógeno Amoniacal, Acido Carbónico, Bióxido de Carbono y Sulfatos; los productos finales son: Nitrógeno Amoniacal, Humus, Bióxido de Carbono, Metano y Sulfatos; los gases característicos e identificables son el CO₂ y el Metano.

INTERPRETACION DE : NITROGENO AMONIAICAL NITRATOS Y NITRITOS

ESTACIONES	N°1			N°2			N°3			N°4		
	N.A.	NO ₂	NO ₃	N.A.	NO ₂	NO ₃	N.A.	NO ₂	NO ₃	N.A.	NO ₂	NO ₃
25 SETIEMBRE 1966	0.10			0.28			0.31			0.25		
28 SETIEMBRE 1966	4.00			1.40			2.80			1.45		
12 OCTUBRE 1966	0.20			0.32			0.20			0.30		
23 OCTUBRE 1966	0.95			0.80			1.34			1.05		
9 NOVIEMBRE 1966	0.89	1.50	3.00	0.96	1.550	1.650	1.32			1.05	0.100	0.100
27 NOVIEMBRE 1966	0.12	0.005	1.495	0.38	0.003	1.237	0.65	0.003	0.397	0.39	0.008	0.292
18 DICIEMBRE 1966	1.20	0	0.10	1.10	0	0.220	0.89	0	0.620	1.64	0	0.200

29 DICIEMBRE 1966	0.35	0.017	0.403	0.45	0.016	0.394	0.72	0.005	0.395	0.73	0.022	0.398
24 ENERO 1967	0.65	0	0.850	0.65	0	0.590	0.63	0.001	0.599	0.72	0	0.650
29 ENERO 1967	0.45	0	0.670	0.55	0.009	0.480	0.35	0	0.630	0.38	0.007	0.590
21 FEBRERO 1967	1.75	0	0.800	1.60	0	0.850	1.64	0	1.000	1.69	0	0.850
26 FEBRERO 1967	1.02	0	1.380	1.10	0.080	1.840	2.40	0	4.250	1.15	0	4.00

INTERPRETACION DE: NITROGENO AMONIACAL NITRITOS Y NITRATOS

ESTACIONES	N°5			N°6			N°7			N°8		
	N.A.	NO ₂	NO ₃	N.A.	NO ₂	NO ₃	N.A.	NO ₂	NO ₃	N.A.	NO ₂	NO ₃
25 SETIEMBRE 1966	0.25			0.55			0.21			0.15		
28 SETIEMBRE 1966	1.10			1.35			1.22			1.80		
12 OCTUBRE 1966	0.26			0.38			0.15			0.25		
23 OCTUBRE 1966	0.65			0.63			0.77			0.95		
9 NOVIEMBRE 1966	1.88	0.150	0.150	1.20	0.500	0.30	1.31	0.420	1.180	1.48	0.500	1.300
27 NOVIEMBRE 1966	0.40	0.006	0.244	0.32	0.006	0	0.40	0.010	0	0.29	0.007	0
18 DICIEMBRE 1966	1.00	0	1.100	1.35	0	0.50	0.83	0	0.900	0.93	0	0
29 DICIEMBRE 1966	0.60	0.009	0.211	0.54	0.009	0.191	0.74	0.007	0.173	0.38	0.011	0.469
24 ENERO 1967	0.64	0	0.860	0.49	0	0.590	0.65	0.005	0.685	0.60	0.016	0.594
29 ENERO 1967	0.38	0	0.720	0.59	0	0.480	0.72	0	0.750	0.40	0	0.620
21 FEBRERO 1967	1.75	0	1.000	1.10	0	1.300	1.38	0	1.600	1.40	0	2.00
26 FEBRERO 1967	1.62	0	2.850	1.82	0	3.620	2.78	0	7.800	1.60	0	3.10

6.9.2.-Nitrógeno Amoniacal.-

Constituye el Nitrógeno de las combinaciones de Amoniacal que en concentraciones variables se encuentran en las aguas superficiales y profundas. Dada su condición de producto de actividad microbiológica, su presencia en aguas naturales en cantidades significativas es considerada como evidencia química de contaminación sanitaria. De manera general la presencia de Nitrógeno Amoniacal indica la existencia de materia orgánica de reciente descomposición.

Epoca de Estiaje.-

El Nitrógeno Amoniacal no demuestra variaciones significativas a lo largo del río, manteniéndose en un rango de 0 a 2 en días particulares y prácticamente se mantiene igual en días domingos.

No hemos tomado en cuenta el valor de 4, ocurrido en el punto N° 1 de muestreo, realizado el 28 de Setiembre, por ser éste punto un lugar sin grandes descargas que puedan explicar tanta contaminación, sería incluso mayor que las que ocurren en los dos grandes centros poblados: Chosica y Chacacayo; además de no poder comprobar la poca cantidad de Nitritos y Nitratos que corresponderían a un valor alto de Nitrógeno Amoniacal.

Epoca de Creciente.-

En ésta época en días particulares, el rango es de 0 a 1.5, ha disminuído con respecto a la época de estiaje, pero tan ligeramente que podría decirse que permanece igual.

En los días domingos los puntos 3ro., 6to. y 7mo., presentan un aumento del Nitrógeno Amoniacal con respecto a los demás puntos, esto es explicable ya que ellos están situados después de las descargas de la papelería Chosica, Criadero de peces y un restaurante, respectivamente.

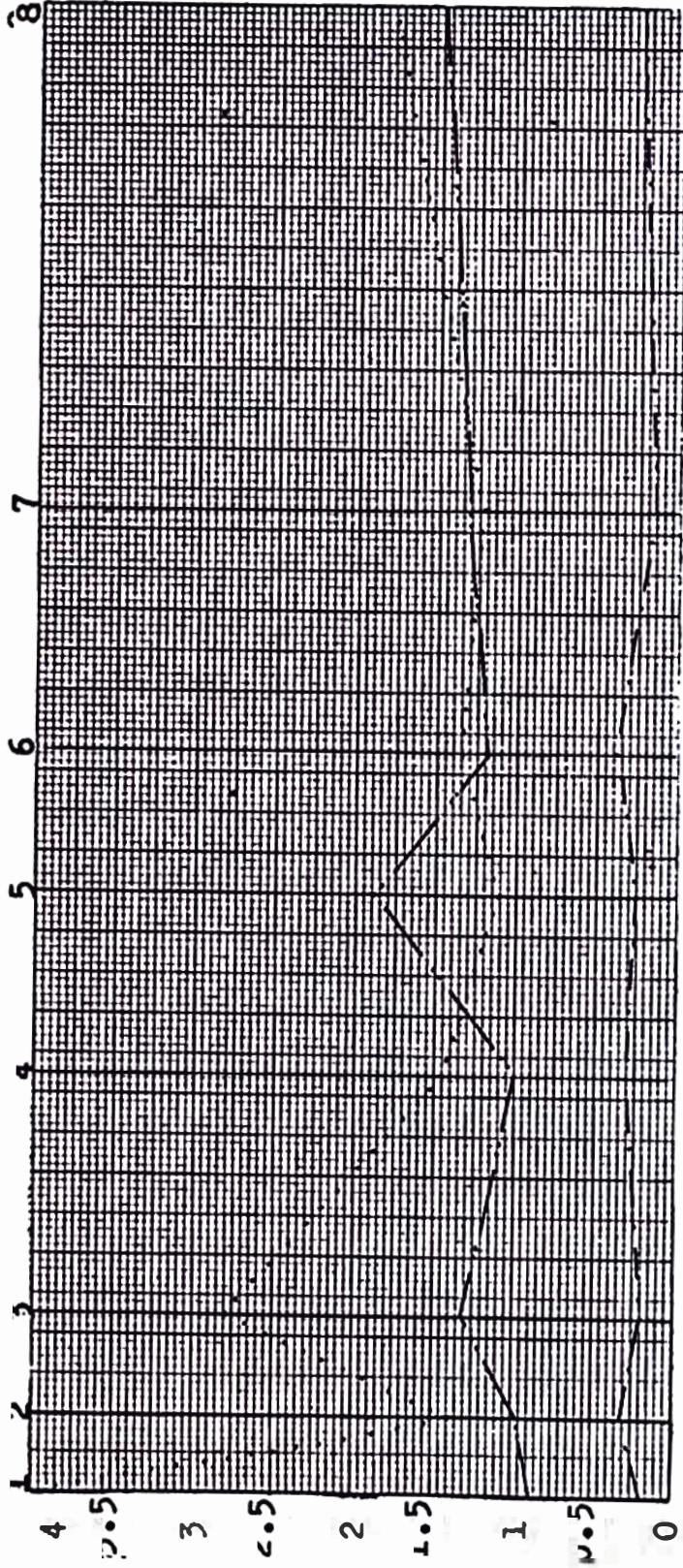
Variación del Nitrógeno Amoniacal en los puntos de muestreos, durante el período de estudio.-

En días particulares se observa que los ocho - puntos de muestreo tienen la misma tendencia, los valores obtenidos indican contaminación en el río y ésta es mayor en Setiembre, Noviembre y Febrero; lo mismo podríamos decir para los días domingos, - con la diferencia que los más altos valores ocurren en Octubre, Diciembre y Febrero.

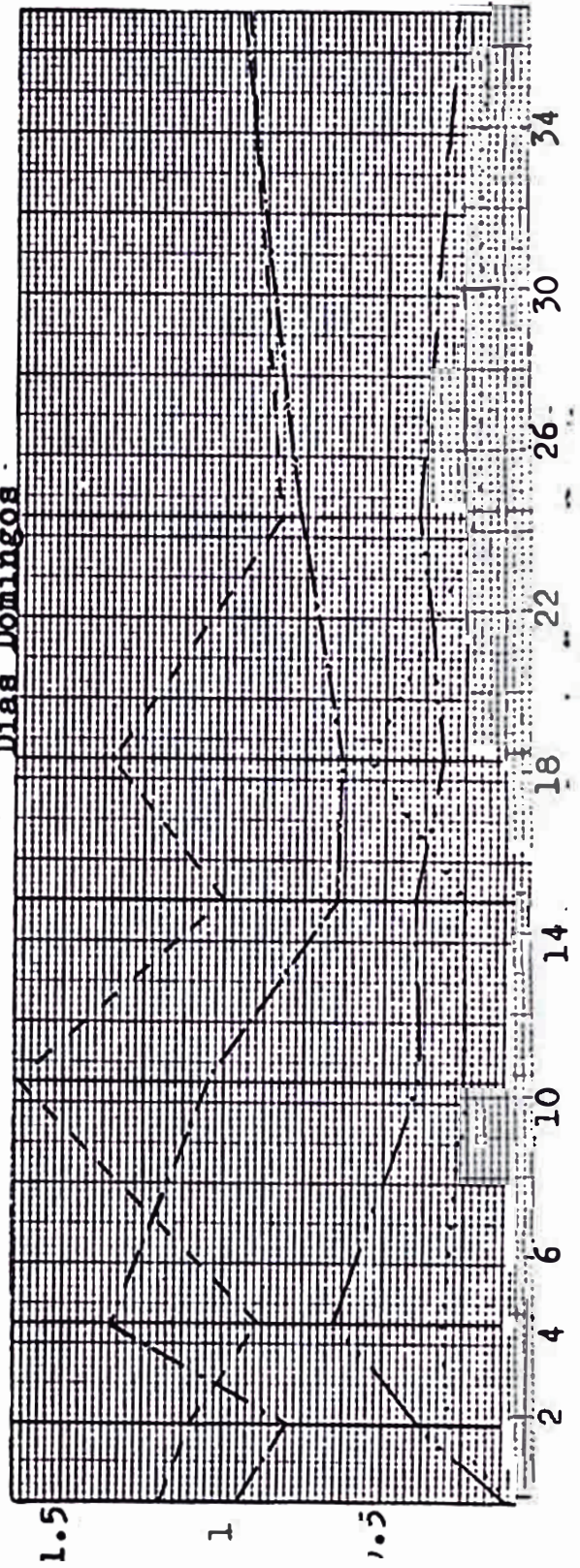
CURVAS DEL NITROGENO AMONIAICAL - EPOCA DE ESTIAJE

Días Particulares

Puntos de Muestreo

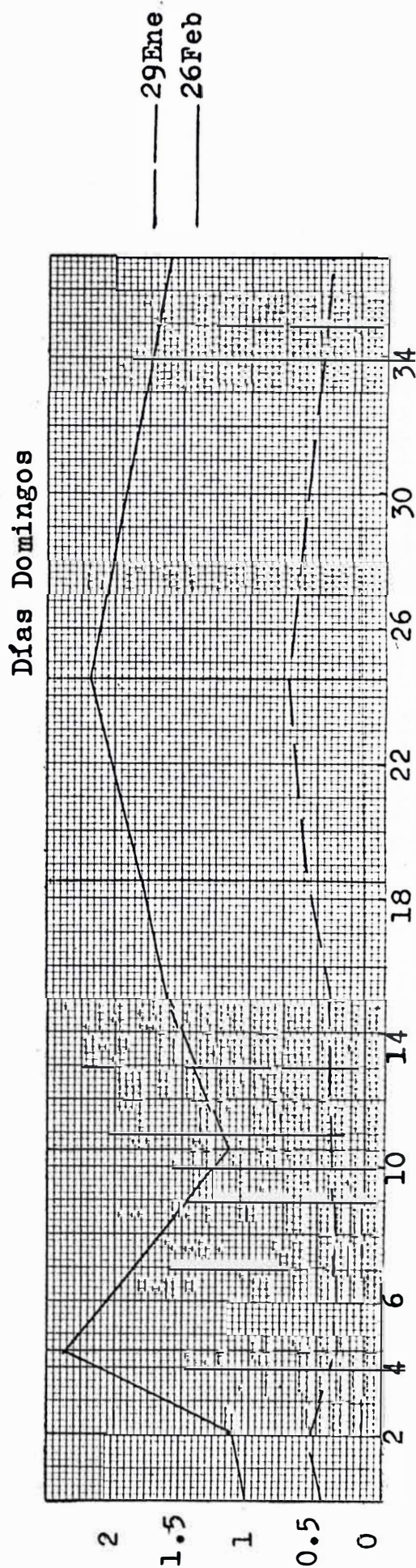
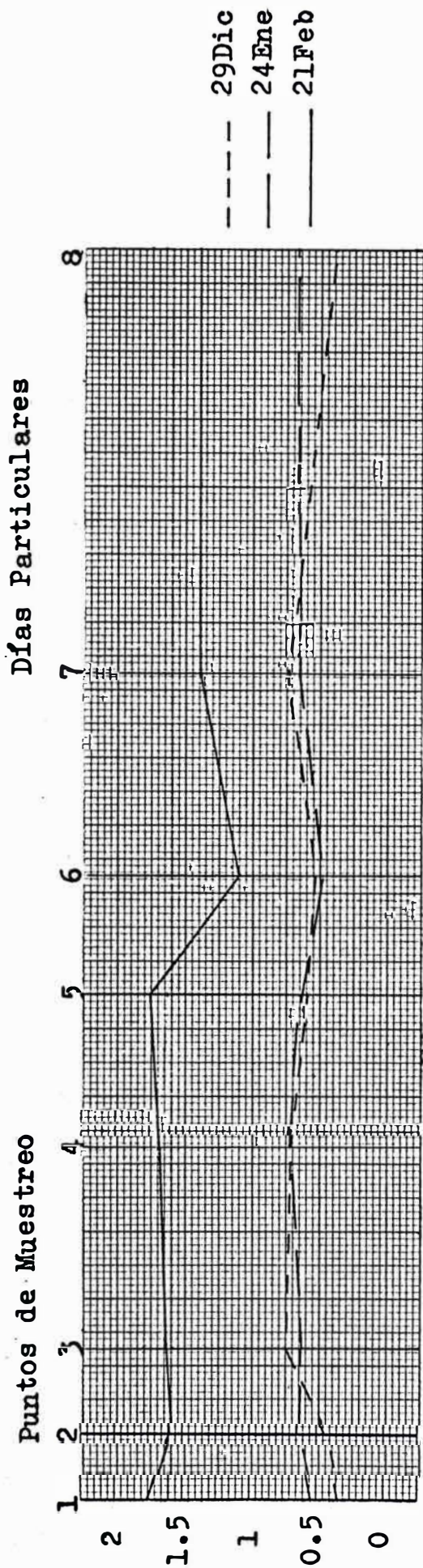


Días Domingos



CURVAS DEL NITROGENO AMONIA CAL

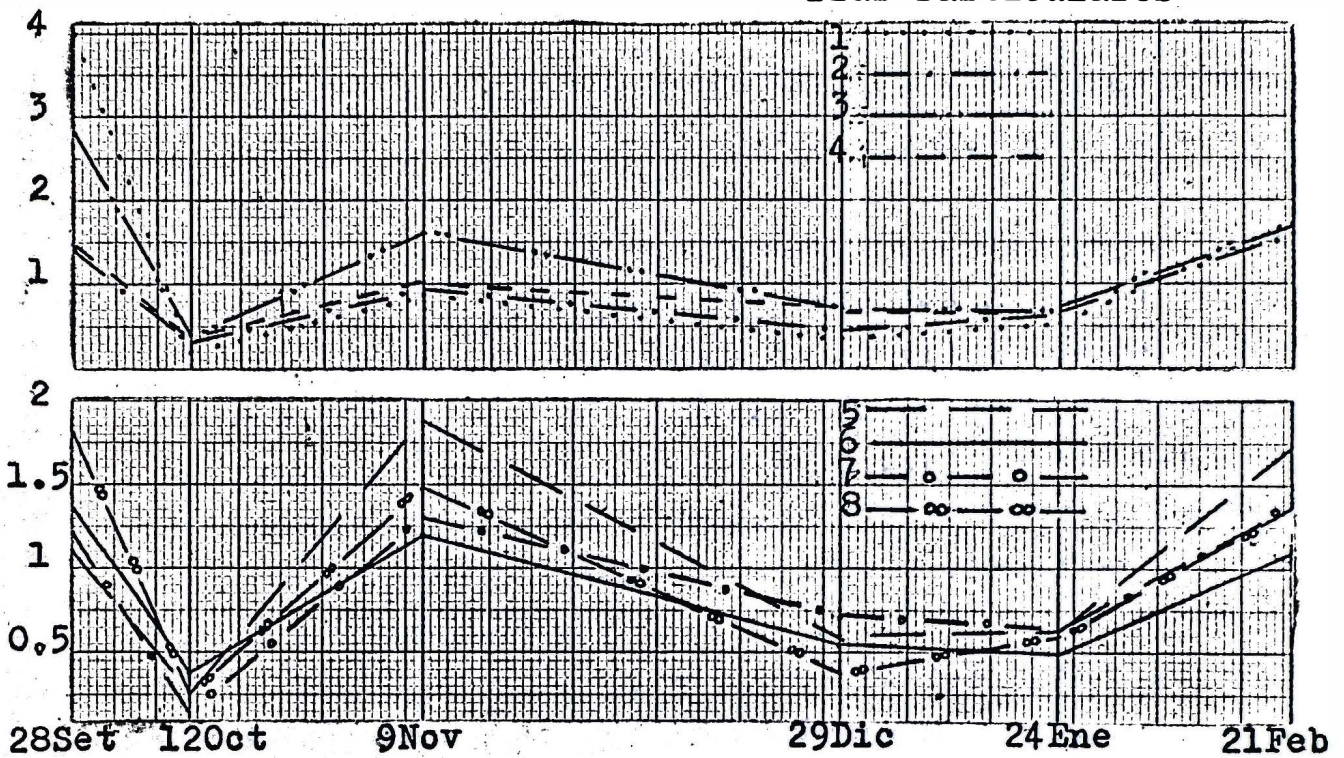
EPOCA DE CRECIENTE



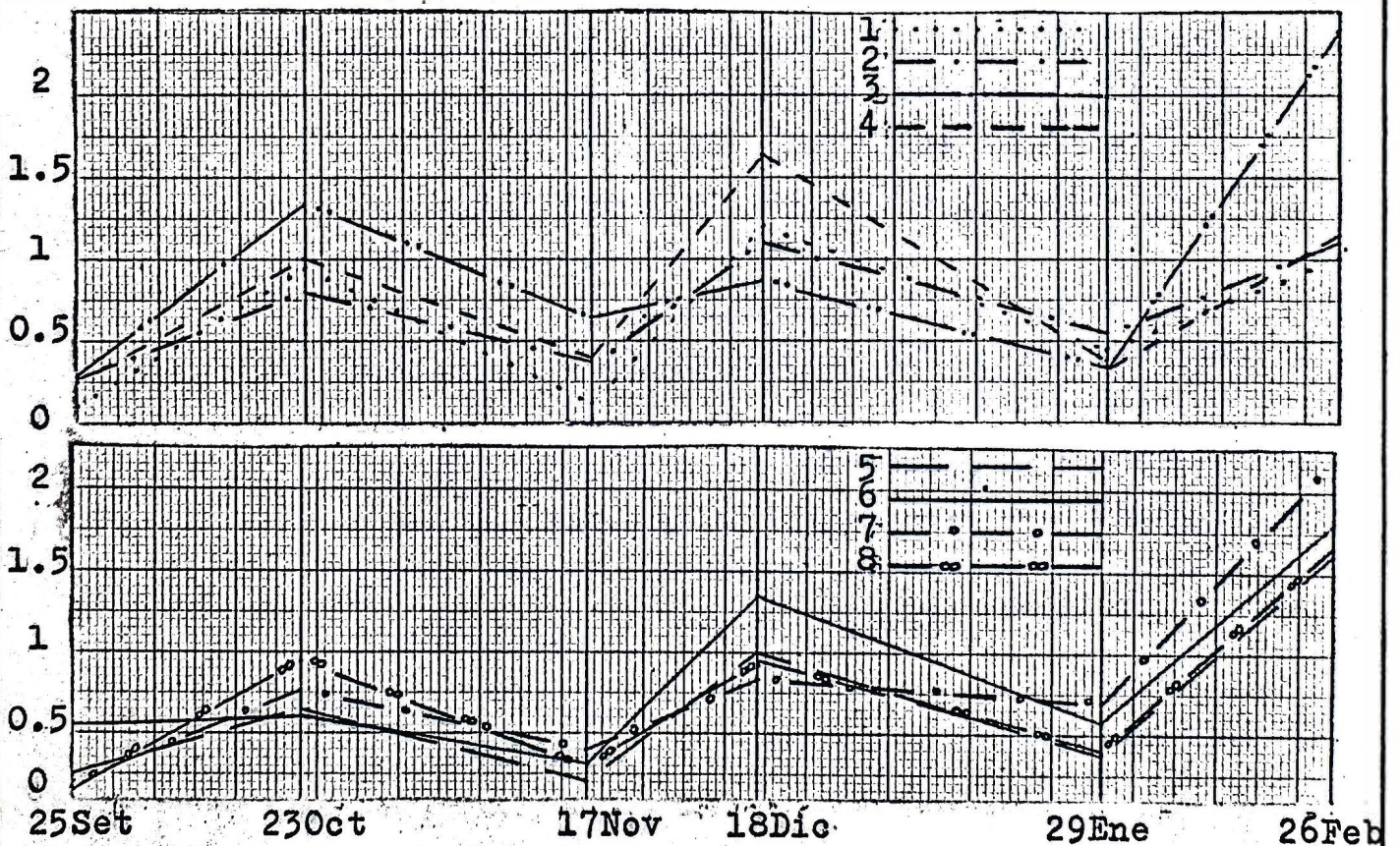
Distancia en KMS

VARIACION DEL NITROGENO AMONIACAL EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



Días Domingos



6.9.3.-Nitritos.-

Nitrito es un estado del ciclo del Nitrógeno, - existe en las aguas como producto intermedio de un proceso, es decir que no son estables y pueden ser reducidos a amoniacos u oxidados a Nitratos; su -- presencia indica contaminación y que se están produciendo cambios.

Cuando la materia nitrogenada entra en un curso de agua, el Nitrógeno orgánico decae con el correr del tiempo, la presencia de Nitritos ocurre algunos días antes de la formación de los Nitratos y - después que el Nitrógeno Amoniacal ha alcanzado su máximo, el máximo alcanzado por el Nitrito es menos pronunciado que el Nitrógeno Amoniacal y tiende a disminuir a cero.

Si el Nitrito se presenta en las aguas, puede - tener uno de estos tres orígenes:

1º Nitrificación incompleta por falta de oxígeno.-

Los Nitritos son sustancias muy inestables, que su presencia de oxígeno se oxidan a Nitratos; - si el agua lo contiene, hay que pensar que carece de oxígeno disuelto suficiente, para completar el ciclo, o que las aguas están muy cerca - del lugar donde se inicia el proceso, y no ha habido tiempo de terminarlo.

2º Nitritos por desnitrificación.- La acción de - bacterias nitrificantes, puede manifestarse por exceso de Nitritos, debido a su acción sobre - los Nitratos y estos gérmenes, muy sospechosos, resultan índices de impurezas, que deben tenerse en cuenta al juzgar el agua.

3º Procedente del propio terreno

Epoca de Estiaje.-

La cantidad de Nitritos encontrados en ésta época es baja, varfa de 0 a 0.001, llegando en una --

oportunidad a no encontrársele en todo el recorrido del río, esto concuerda con los valores de Nitrogeno Amoniacal encontrados para esa misma fecha

Epoca de Creciente.-

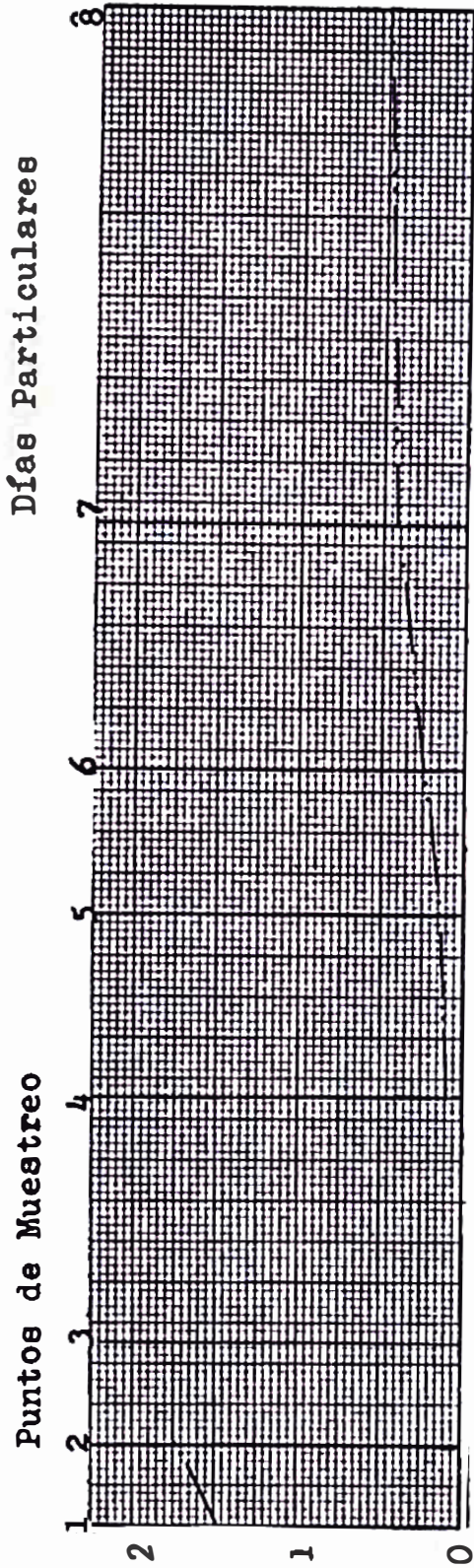
El contenido de Nitritos en ésta época es bastante bajo también; en días particulares varía de 0 como mínimo a 0.02 como máximo; durante los días domingos la ausencia de los Nitritos se hace más notoria, sólo en tres oportunidades se presentan y con valores bajos: 0.007, 0.009 y 0.08; lo que nos indica que no hay zonas de degradación en ésta época del año.

Variación del Nitrito en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

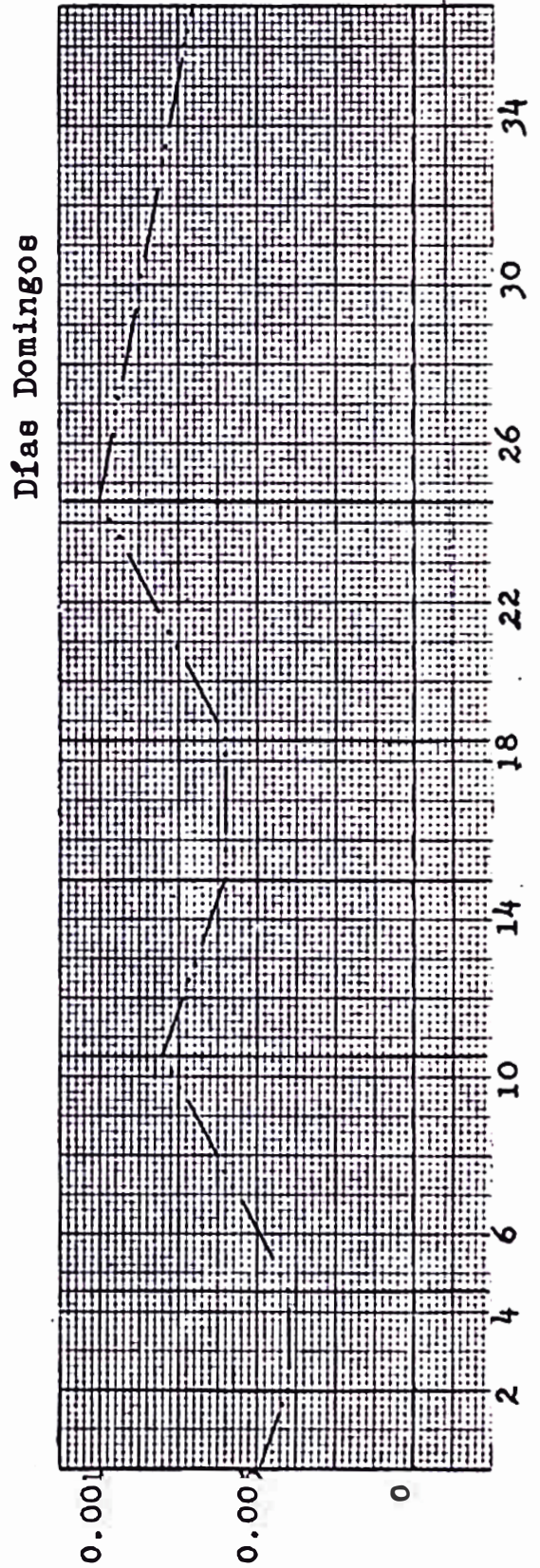
Las ocho estaciones de muestreos, a partir del mes de Noviembre presentan una marcada tendencia de disminuir e incluso llega a desaparecer; puede ésto justificarse con la gran dilución que existe en el río, o bien que en presencia de oxígeno suficiente, se oxiden rápidamente convirtiéndose en Nitratos.

CURVAS DE LOS NITRITOS

EPOCA DE ESTIAJE



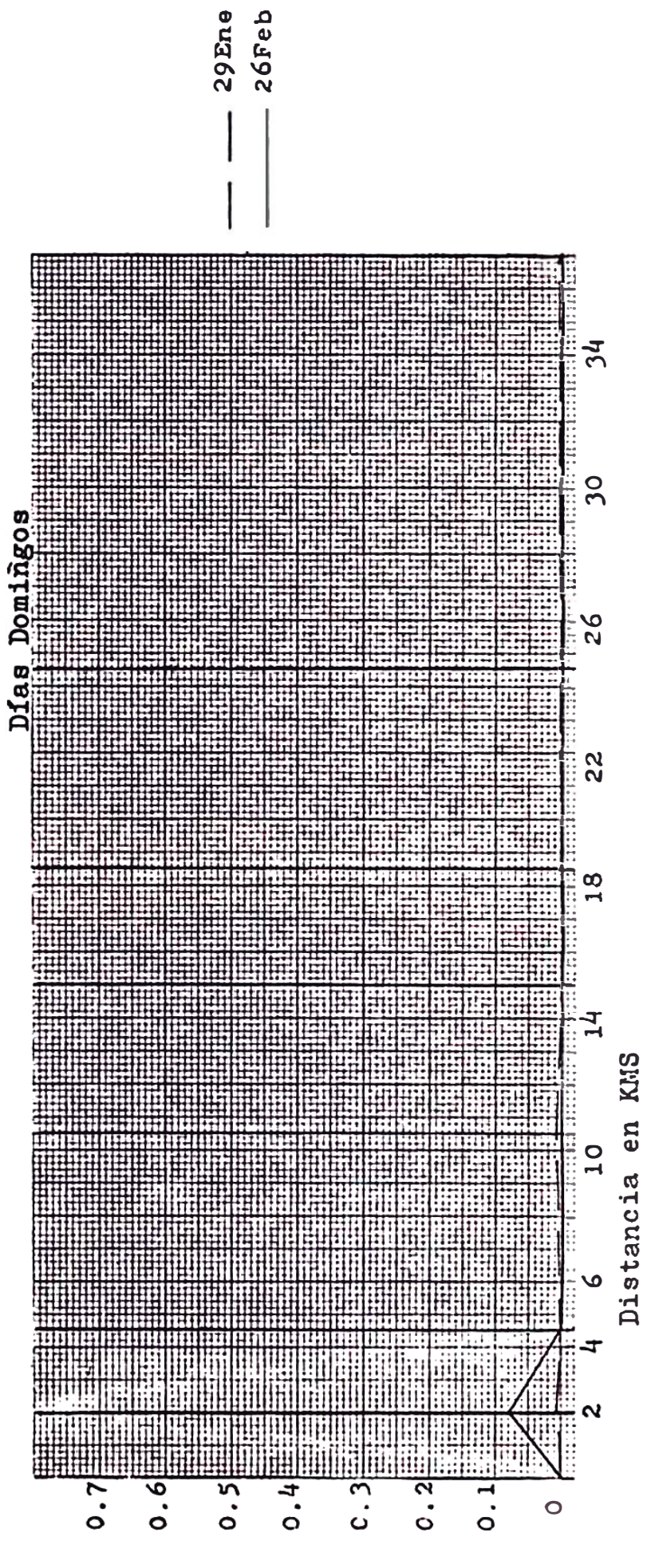
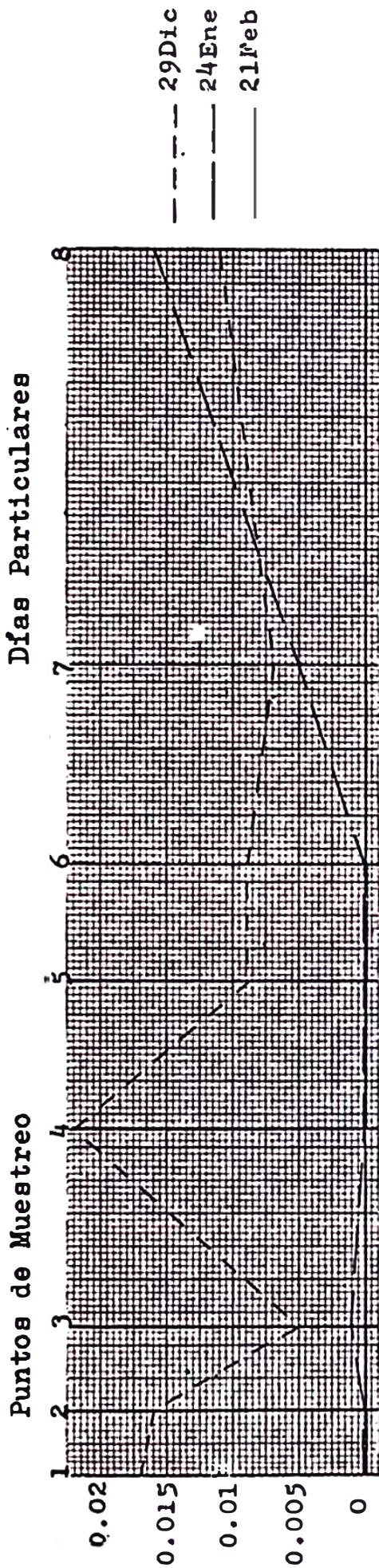
9 Nov



27 Nov
18 Dic

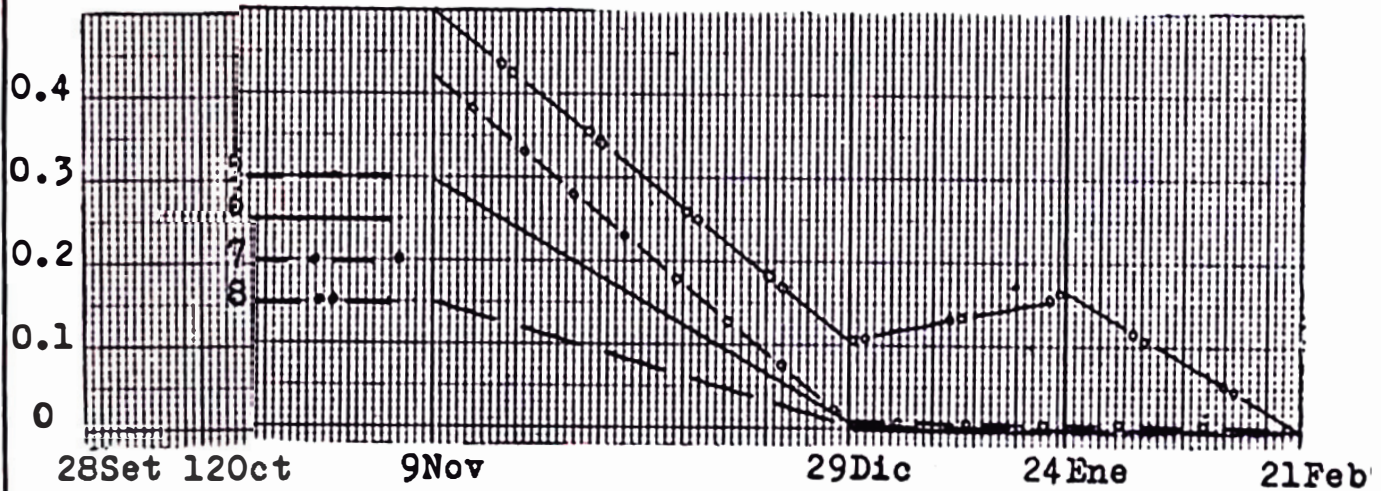
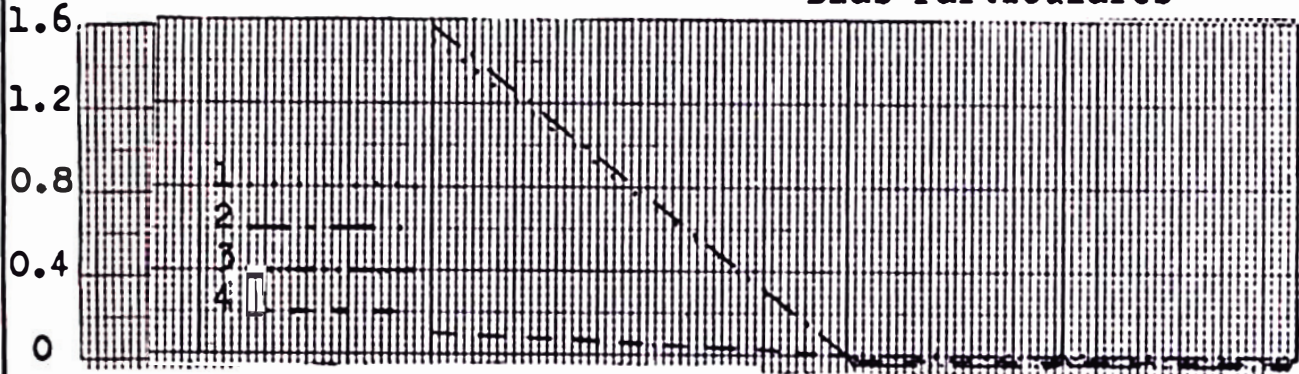
CURVAS DE LOS NITRITOS

EPOCA DE CRECIENTE

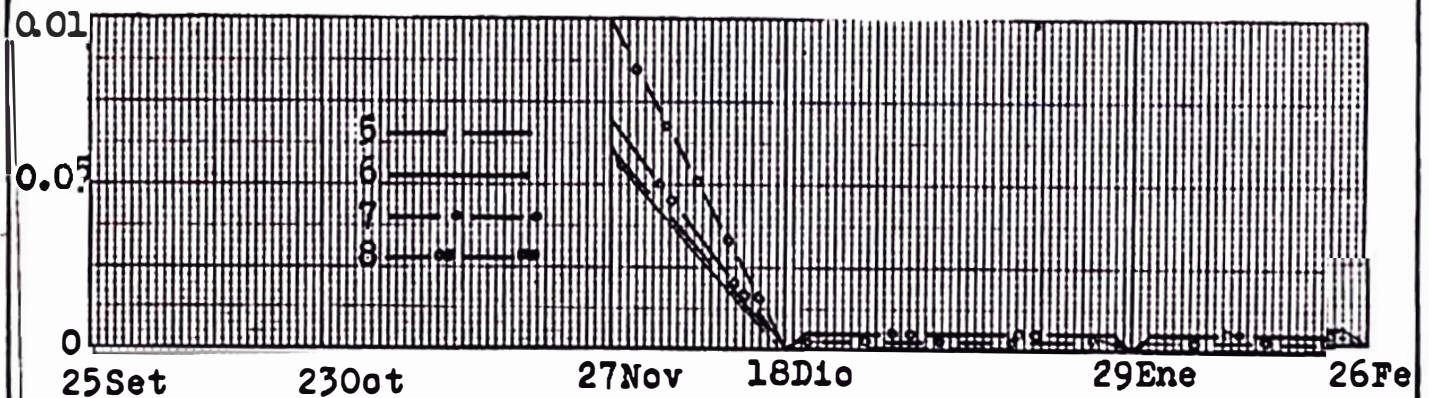
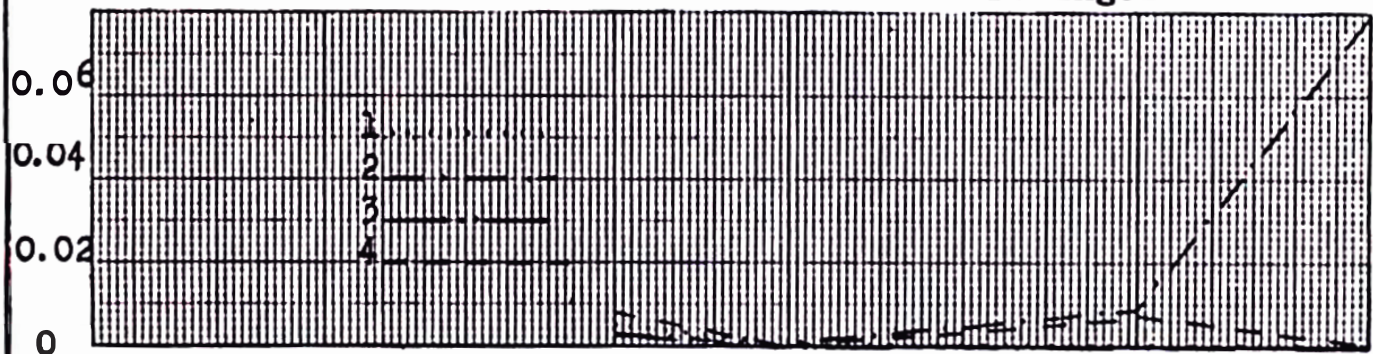


VARIACION DEL NITRITO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO
DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



Días Domingos



6.9.4.-Nitratos.-

Es el producto final del ciclo del Nitrógeno, o sea el Nitrógeno en su fase más oxidada, su presencia en las aguas nos indica que todo proceso de mineralización ha terminado.

Por lo general, la materia orgánica de procedencia vegetal proporciona muy pocos nitratos a las - aguas, y casi todos ellos tienen su origen en la - materia animal.

Cuando la materia nitrogenada llega a un curso de agua la presencia de Nitratos es notada después de varios días de actividad biodegradante a partir del punto de descarga, es decir cuando la materia ha logrado estabilizarse.

Las determinaciones de Nitratos ayuda a indicar el grado de autopurificación pues indica que ha habido suficiente oxígeno para oxidar los Nitritos;- por lo tanto nos encontraríamos en una zona de recuperación.

Epoca de Estiaje.-

Los valores de Nitratos que observamos varían - en un rango de 0.0 a 1.5, considerablemente alto - en consideración a los valores de Nitritos que para ésta misma época varían de 0 a 0.001, indicando pues que se ha logrado la estabilización de la materia nitrogenada.

Epoca de Creciente.-

Los valores de Nitratos en ésta época aumentan con relación a la época anterior, en el primer punto los valores varían de 0 a 0.8, después de variaciones que no tienen una tendencia definida llegan a la Atarjea con valores que fluctúan de 0 a 3.

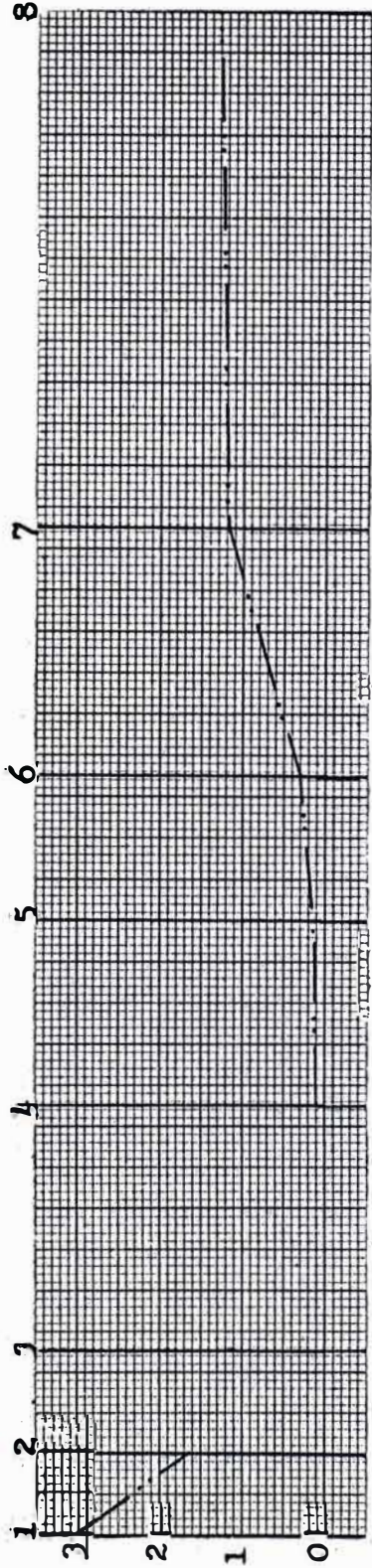
Variación del Nitrato en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

No hay, casi diferencia en las tendencias que el Nitrato presenta en días particulares y días domingos; durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero los valores se mantienen muy parejos en un rango promedio de 0 a 1, en Febrero se incrementa de 1 a 2.5.

CURVAS DE LOS NITRATOS

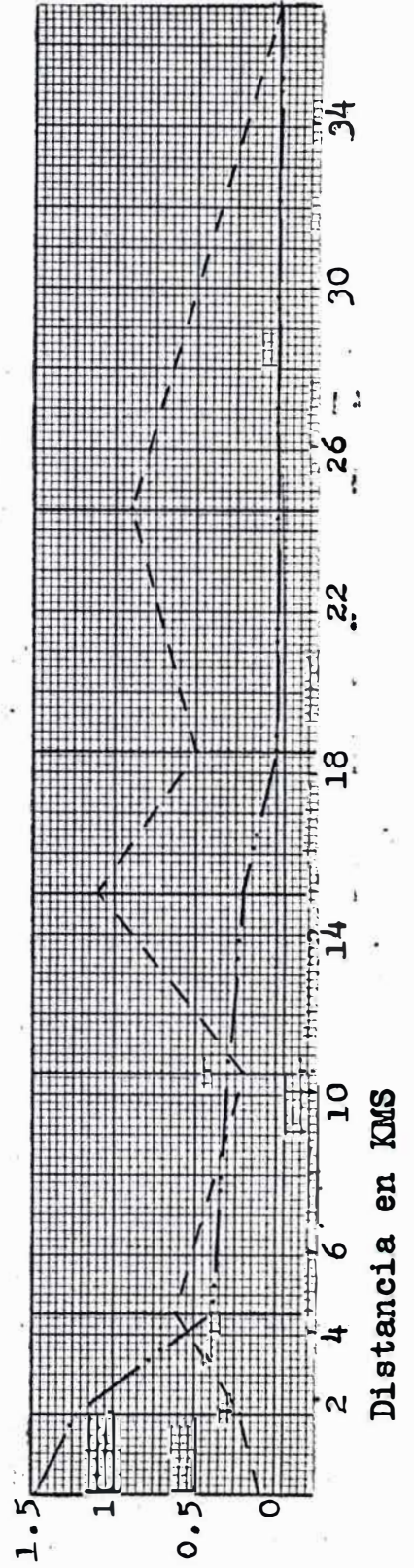
EPOCA DE ESTIAJE

Días Particulares



..... 9 Nov

Días Domingos

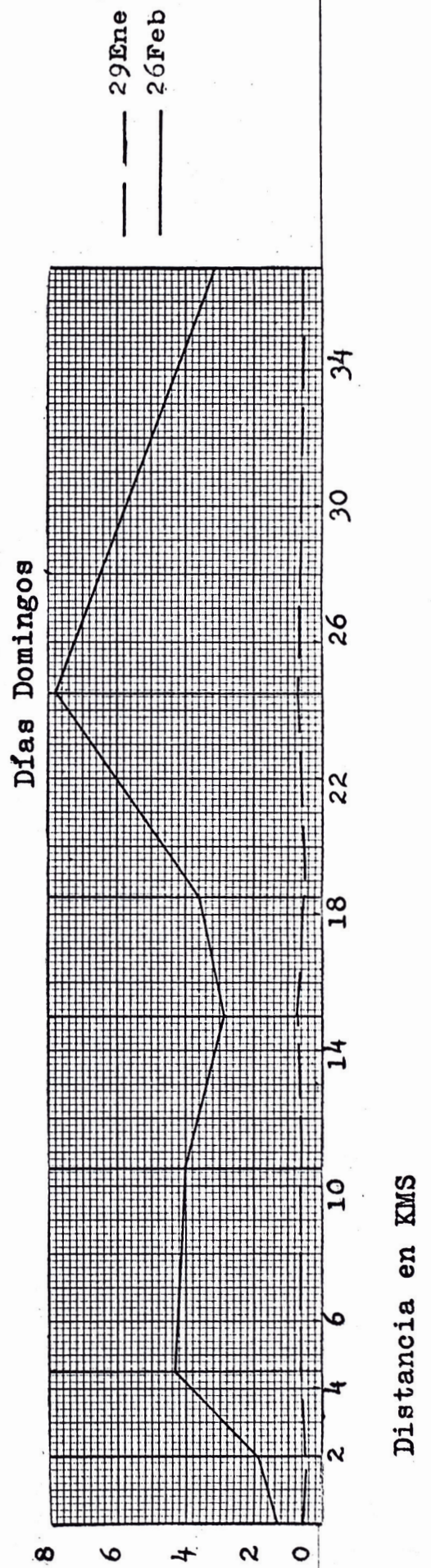
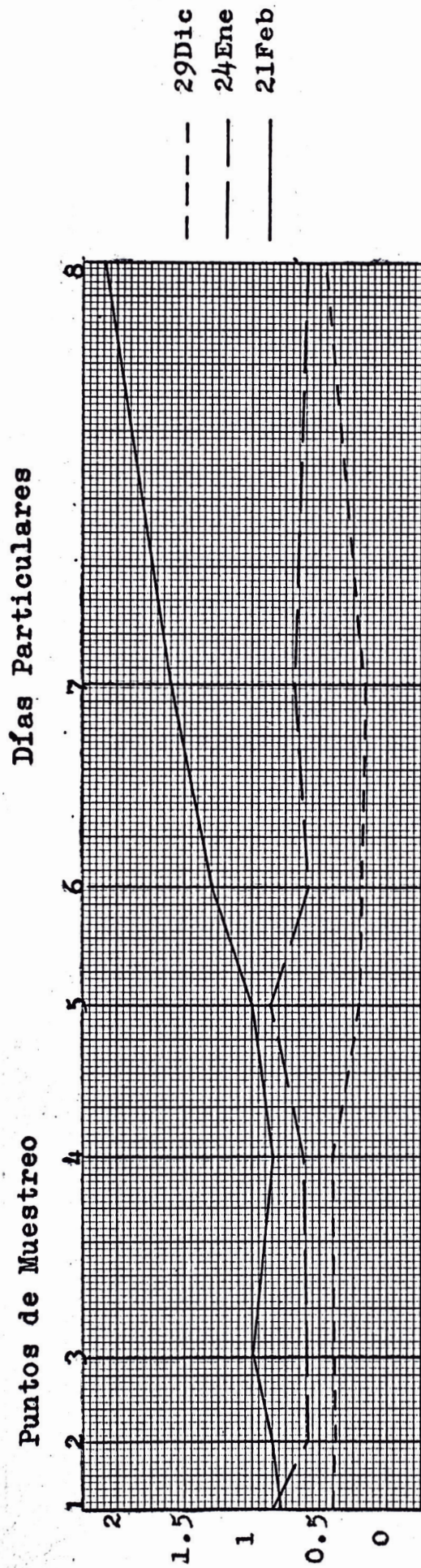


..... 27 Nov

----- 18 Dic

CURVAS DE LOS NITRATOS

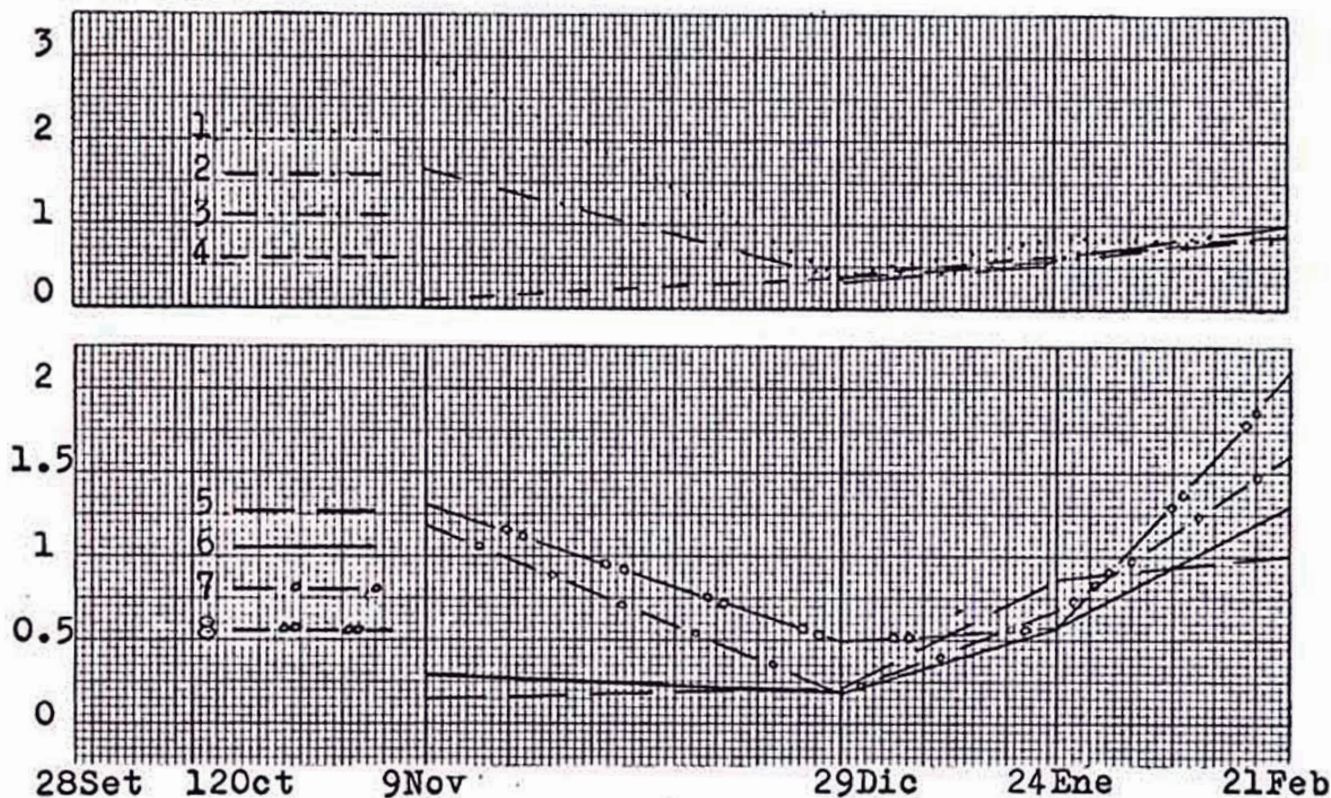
EPOCA DE CRECIENTE



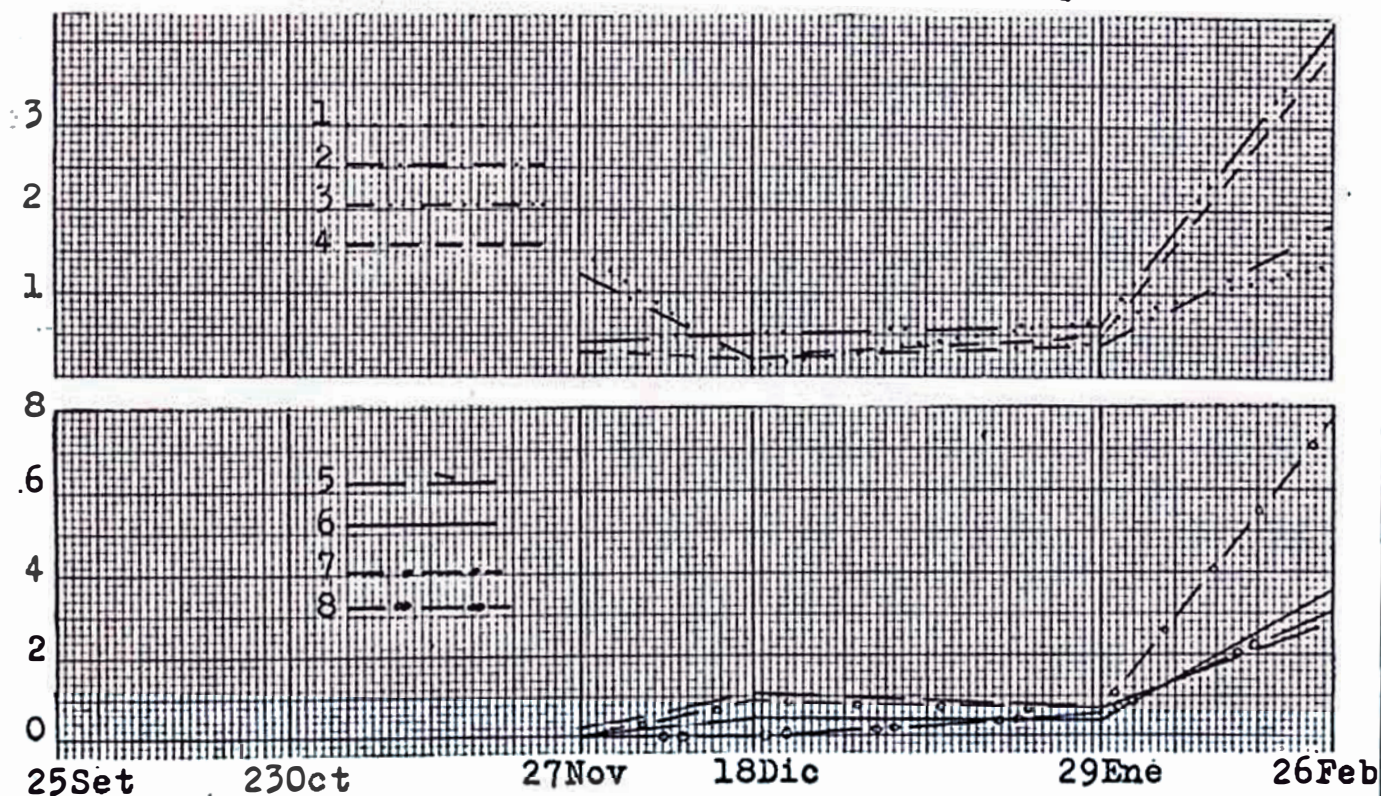
Distancia en KMS

VARIACION DEL NITRATO EN LOS PUNTOS DE MUESTREO
DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



Días Domingos



INTERPRETACION DEL OXIGENO DISUELTO Y PORCENTAJE DE SATURACION

ESTACIONES	N° 1			N° 2			N° 3			N° 4						
	HORA	TEMP	OD	%	HORA	TEMP	OD	%	HORA	TEMP	OD	%				
25 SET 66	1305	20	7.9	86.20	13.15	21	7.7	85.7	13.45	23	7.5	86.99	16.00	22	7.2	81.5
28 SET 66	1423	19	8.1	86.60	14.55	20.5	7.8	86	15.35	22	7.6	86	16.15	23	7.7	88.6
12 OCT 66	1405	18	9.6	100.6	14.35	19	9.1	97.4	15.10	20	9.0	98	15.50	20.5	9.1	100.2
23 OCT 66	1400	20	9.0	98.1	14.30	20.5	8.8	97	15.10	21	9.2	102	16.00	21	9.4	104
9 NOV 66	1300	18	8.7	91.2	13.25	20	8.3	90.6	13.55	20	8.0	87.3	14.45	19	8.6	92
27 NOV 66	1140	19	8.6	92	12.05	20.5	8.8	97	12.25	21	8.4	93.4	13.05	24	7.8	91.4
18 DIC 66	1220	20	7.5	81.6	12.35	21	7.4	82.5	13.10	23	7.1	81.8	13.40	23	7.5	86.5
29 DIC 66	1205	20	7.8	85	12.35	20	7.4	80.6	13.00	22	7.3	82.7	13.45	22	7.5	85
24 ENE 67	1240	19	8.5	91	13.00	20.5	8.4	92.5	13.26	20	8.1	88.3	14.05	23	8.6	99
29 ENE 67	1145	19.5	8.9	97	12.05	20	8.7	95	12.30	22	8.7	98.55	13.45	22.5	8.8	100.5
21 FEB 67	1100	18	8.3	87	11.15	18	8.8	92.3	11.40	19.5	8.1	91.7	12.10	20	8.7	94.8
26 FEB 67	1045	18	9.8	102.7	11.00	18	9.7	101.8	11.20	20	8.9	97	12.00	21	9.0	100

INTERPRETACION DEL OXIGENO DISUELTO Y PORCENTAJE DE SATURACION

ESTACIONES	N° 5			N° 6			N° 7			N° 8						
	HORA	TEMP	%	HORA	TEMP	OD	%	HORA	TEMP	OD	%	HORA	TEMP	OD	%	
25 SET 66	1030	20	5.6	61.06	11.15	22	70	79.27	11.50	17	6.2	63.69	12.50	20	6.6	72.0
28 SET 66	12.40	21.5	3.7	41.50	13.10	21	6.8	75.60	13.35	23	5.1	58.7	13.55	26	6.4	78.0
12 OCT 66	12.00	22	8.35	94.6	12.30	23	8.56	98.5	12.55	22	10.8	120.5	13.30	24	8.4	98.6
23 OCT 66	12.10	18.5	9.0	95.3	12.40	19	8.6	92	13.00	20	8.9	97	13.40	22	8.7	98.5
9 NOV 66	11.15	21	8.8	98	11.40	22	8.7	98.5	12.02	18	8.5	97	12.25		8.2	88.6
27 NOV 66	10.07	18	8.5	89.1	10.45	19	8.7	93.1	11.00	19	8.3	88.7			8.7	94.8
18 DIC 66	11.05	18	7.0	73.4	11.20	18	7.6	79.65	11.35	18	7.2	75.45	12.00	20	7.2	78.4
29 DIC 66	10.35	20	7.10	77.4	11.00	20	7.8	85	11.20	20	7.6	82.7	11.45	24	7.2	84.4
24 ENE 67	10.55	19	8.1	86.6	11.30	18	8.4	88	11.56	18	8.4	88.0	12.13	19	8.3	88.7
29 ENE 67	10.30	19	8.6	92	10.55	19	8.6	92	11.05	18	8.8	92.2	11.25	19	8.8	94
21 FEB 67	9.40	15	8.2	80.7	10.10	16	8.3	89.5	10.25	16	8.9	83.4	10.40	16	8.3	87
26 FEB 67	9.45	16	9.6	96.5	10.00	17	9.6	98.5	10.15	17	10	102.6	10.30	17	9.8	100.5

6.10.- OXIGENO DISUELTO Y PORCENTAJE DE SATURACION

El contenido de O.D. indica claramente los efectos de la polución en las aguas de un río.

La disminución del O.D. se debe a las aguas negras -- que son arrojadas a un curso receptor y por estar cargadas de materia orgánica requieren de Oxígeno para su estabilización.

Para la interpretación del O.D. es necesario tener en cuenta los valores del porcentaje de saturación del oxígeno disuelto, ya que en ella se considera la temperatura y sabemos que el contenido de O.D. varía con la temperatura; así tenemos que a 0°C el punto de saturación de oxígeno es de 14.6 p.p.m. y a medida que aumenta la temperatura este valor de saturación disminuye, de manera -- que a 15°C, la concentración de saturación de O.D. es de 10 p.p.m.

Por ello pueden presentarse casos en que dos análisis muestren la misma cantidad de oxígeno disuelto pero una de ellas puede tener mayor o menor % de saturación que -- la otra y esto se debe a que la temperatura del agua en ella a disminuído o aumentado y por consiguiente sube o baja respectivamente el valor de saturación de O₂ dando en consecuencia como resultado dicha variación del porcentaje de saturación.

Epoca de Estiaje.-

En los gráficos correspondientes podemos observar un pequeño aumento de oxígeno disuelto en los puntos 2 y 5 que corresponden a las estaciones ubicadas en la Barriada de Moyopampa y en Huampaní; a pesar de que dichos puntos reciben descargas, este aumento se debe a la gran ae reacción que se tiene lugar en dichas estaciones.

Las disminuciones se observan en Chosica y Naña, pero en vista que dicha disminución es pequeña podemos decir que la polución que recibe el río es también pequeña.

Epoca de Creciente.-

Debido al aumento del caudal en esta época y por las fuertes pendientes por la que atravieza el río se produce una gran aereación, dando como resultado que el contenido del oxígeno disuelto se mantenga en valores altos; también hemos observado que la temperatura del río en la época creciente es menor que en la época de estiaje, dando lugar a un mayor valor de saturación de O.D. de sus aguas.

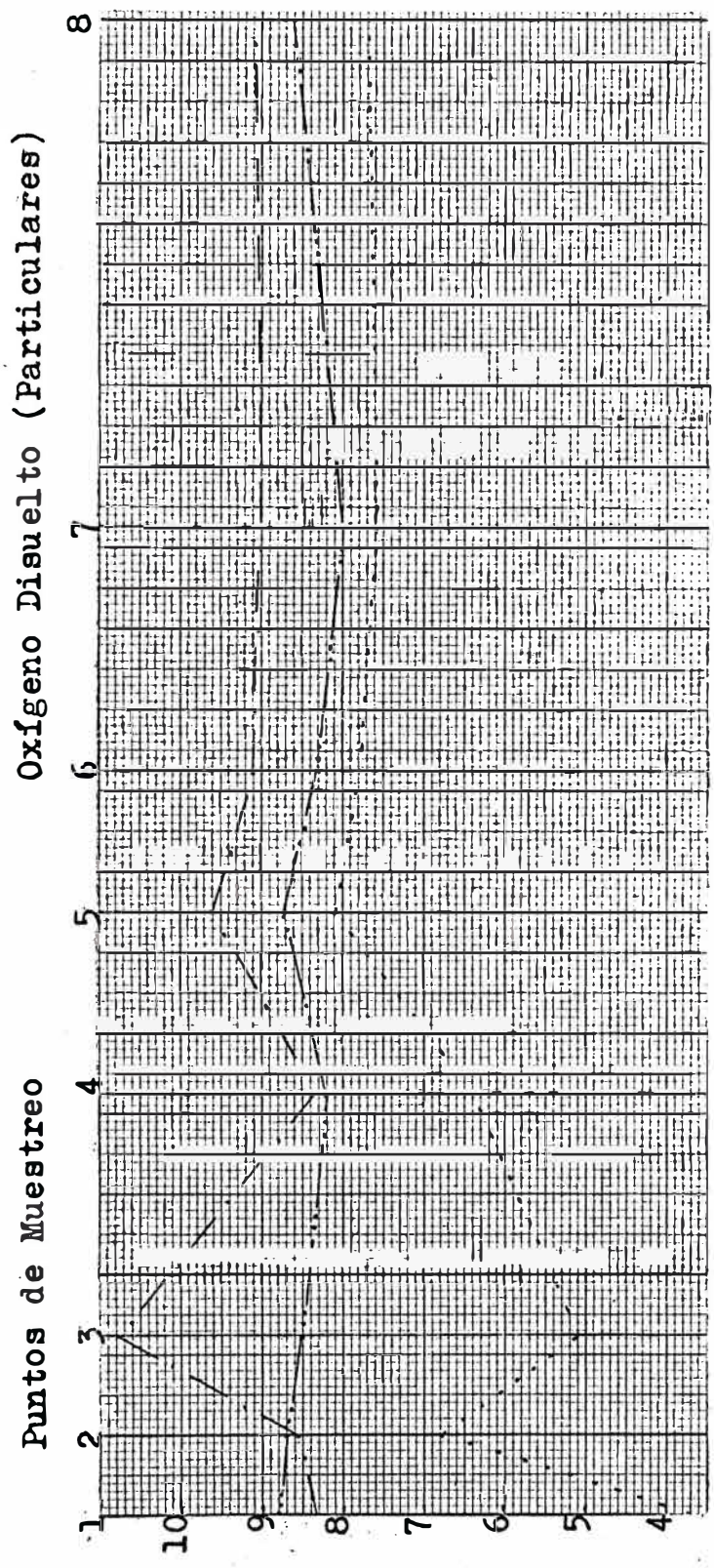
A pesar de las descargas que recibe el río a lo largo de su curso, observamos que las disminuciones en el contenido del O.D. es pequeña y ello se debe a la capacidad de autopurificación que tiene el Río Rímac.

Variación de los oxígenos disueltos y % de saturación en los puntos de muestreo durante el período de estudio.

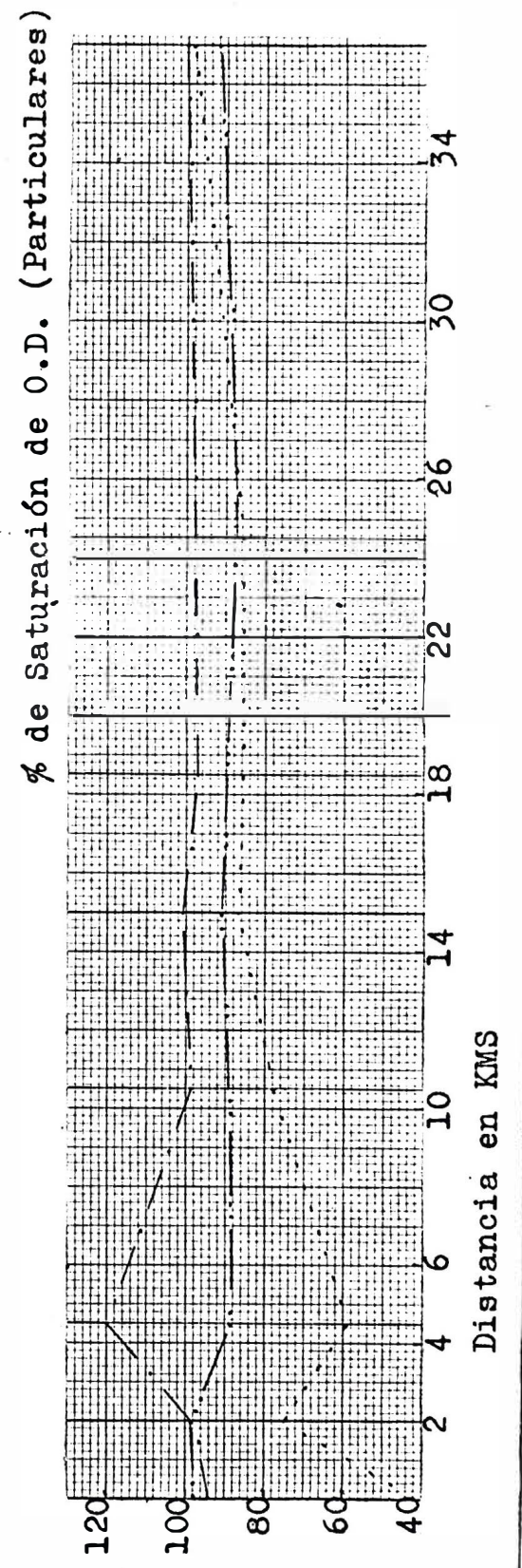
Los valores del contenido de O.D. y porcentaje de saturación tienden a aumentar a partir de Setiembre llegando al máximo en el mes de Octubre y de allí ir disminuyendo poco a poco, hasta llegar a mediado de Diciembre para luego ir aumentando progresivamente.

CURVAS DE OXIGENO DISUELTO Y % DE SATURACION

EPOCA DE ESTIAJE



- - - - - 28 Set
 - - - - - 12 Oct
 - - - - - 9 Nov



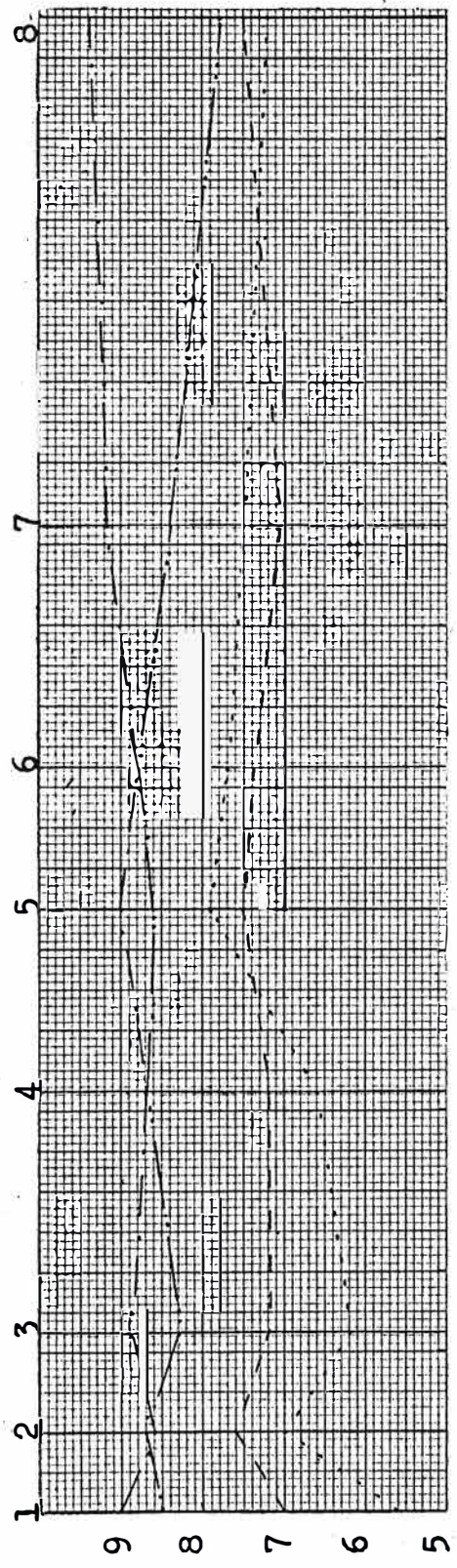
Distancia en KMS

CURVAS DE OXIGENO DISUELTO Y % DE SATURACION

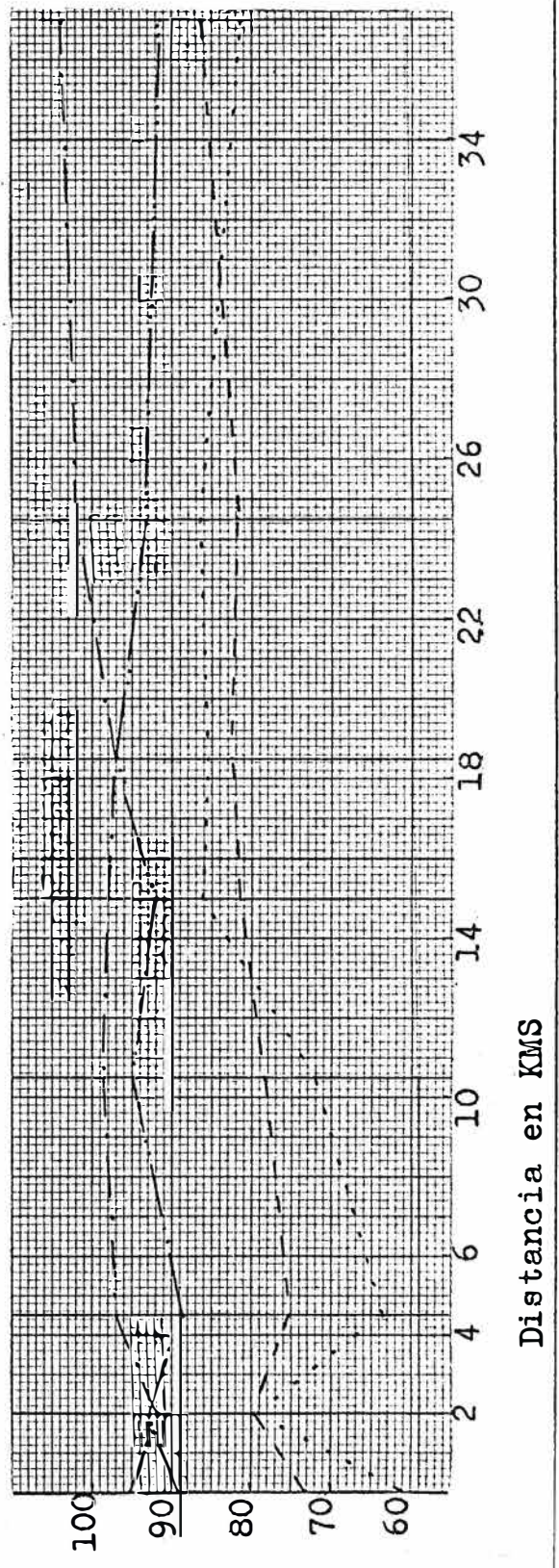
EPOCA DE ESTIAJE

Oxígeno Disuelto (Domingos)

Puntos de Muestreo



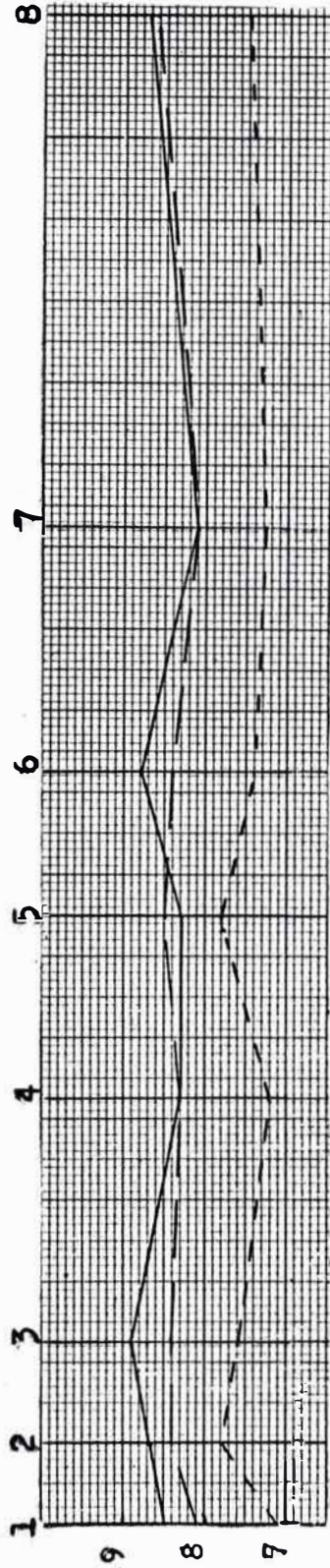
% Saturación (Domingos)



CURVAS DE OXIGENO DISUELTO Y % DE SATURACION

EPOCA DE CRECIENTE

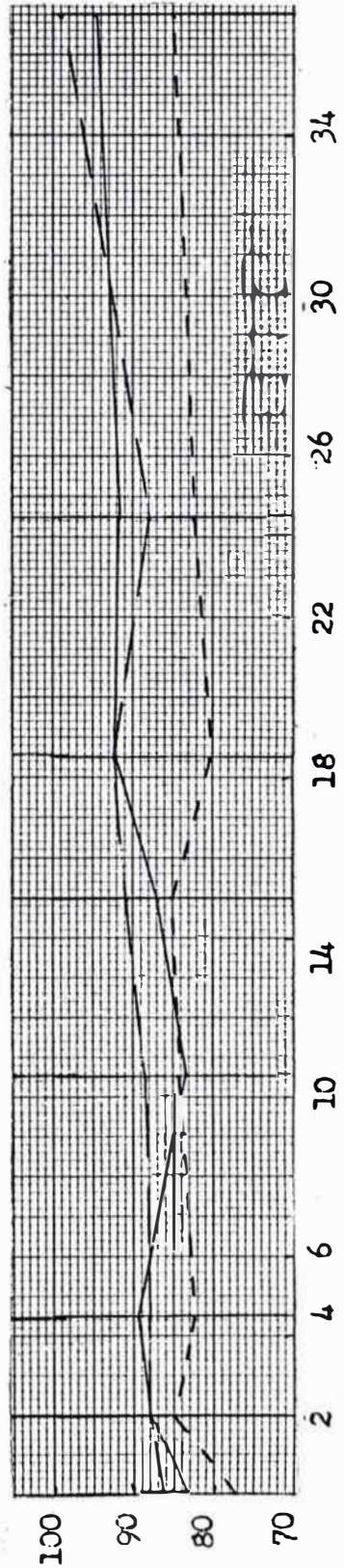
Oxígeno Disuelto (Particular)



Puntos de Muestreo

--- 29 Dic
 — 24 Ene
 — 21 Feb

% Saturación (Particular)



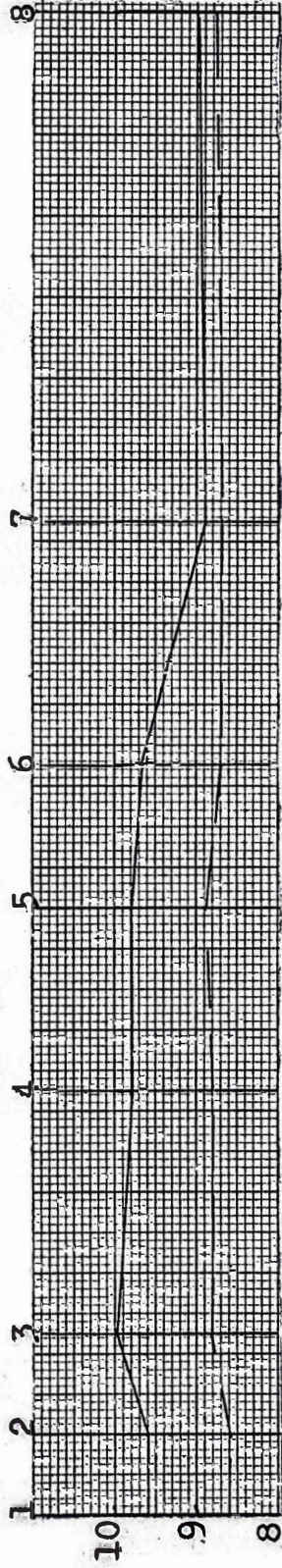
Distancia en KMS

CURVAS DE OXIGENO DISUELTO Y % DE SATURACION

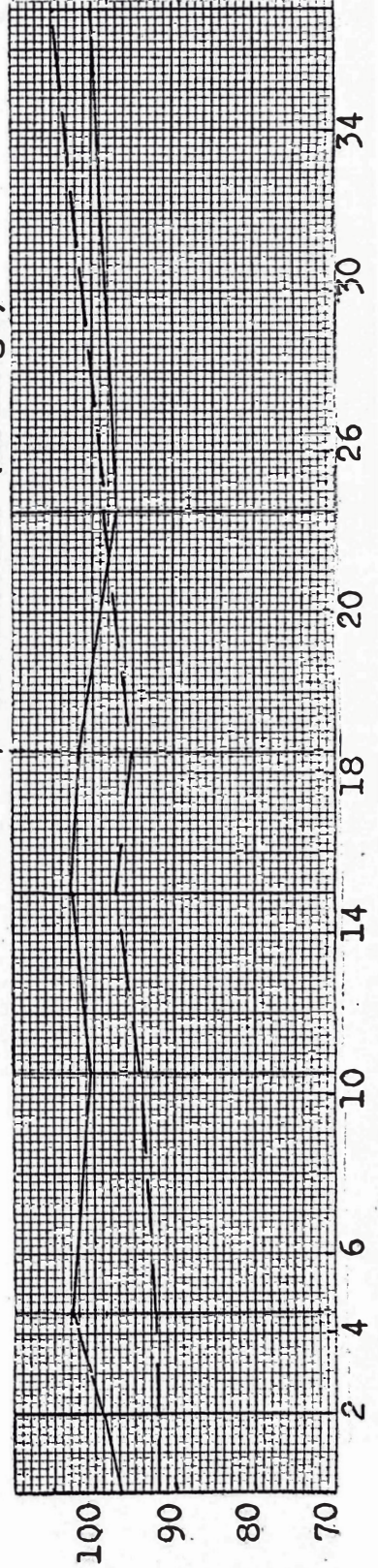
EPOCA DE CRECIENTE

Oxígeno Disuelto (Domingo)

Puntos de Muestreo



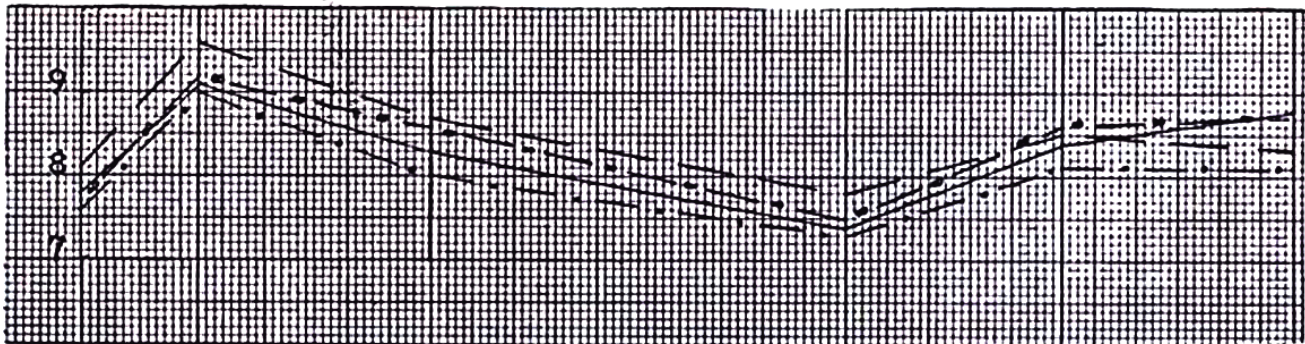
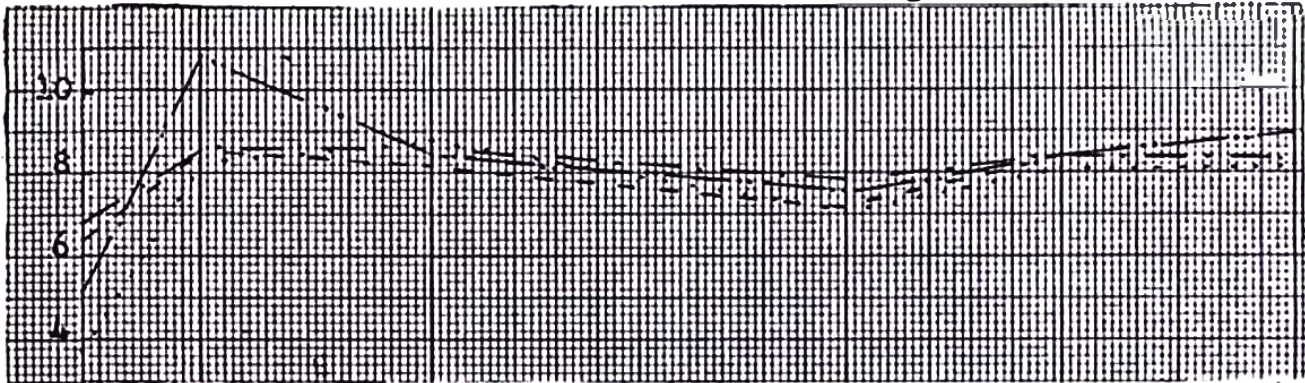
% Saturación (Domingo)



Distancia en KMS

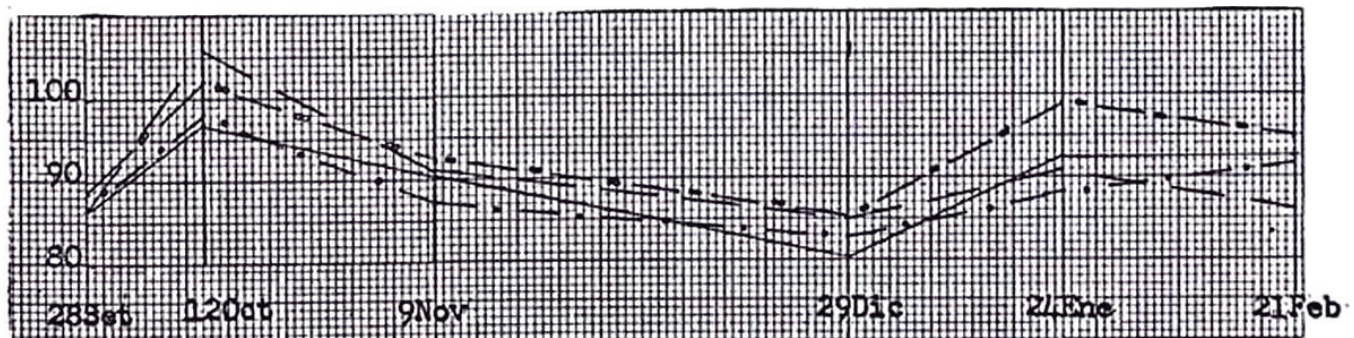
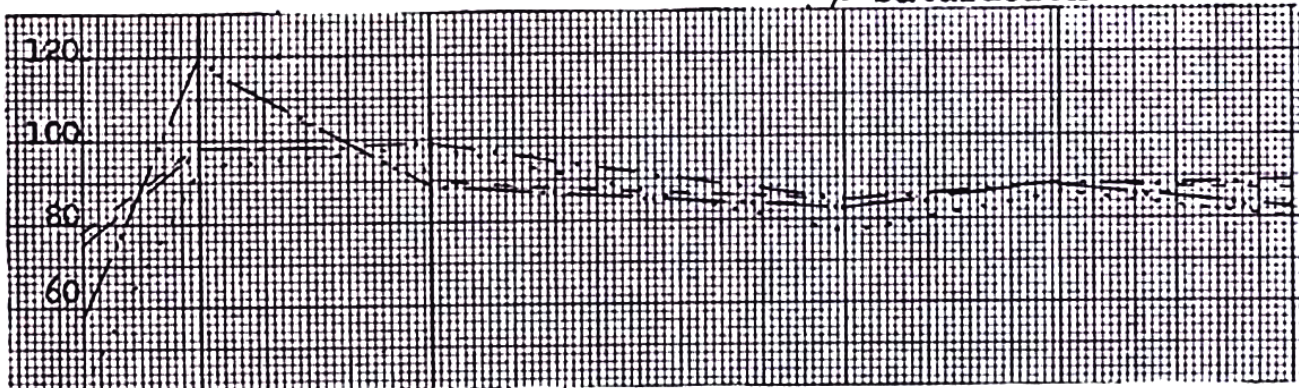
VARIACION DE LOS OXIGENOS DISUELTOS Y % DE SATURACION EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO - DIAS PARTICULARES

Oxígeno Disuelto



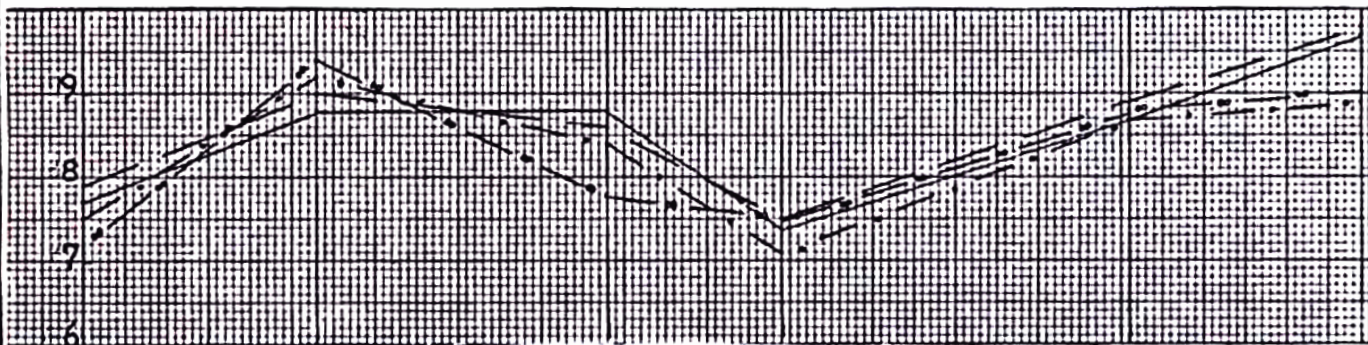
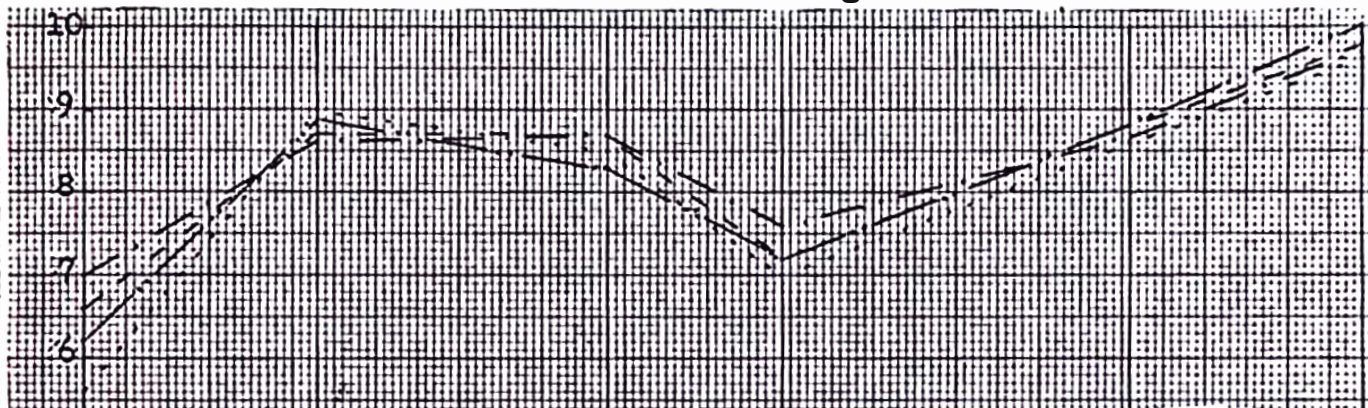
- | | |
|-------------|-------------|
| 1 - - - - - | 5 — — — — |
| 2 | 6 — — — — |
| 3 — — — — | 7 — • — • — |
| 4 - - - - - | 8 — • — • — |

% Saturación



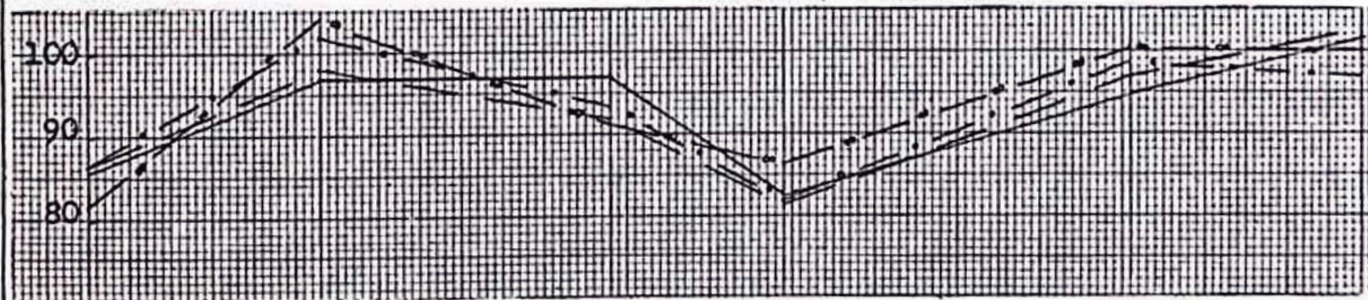
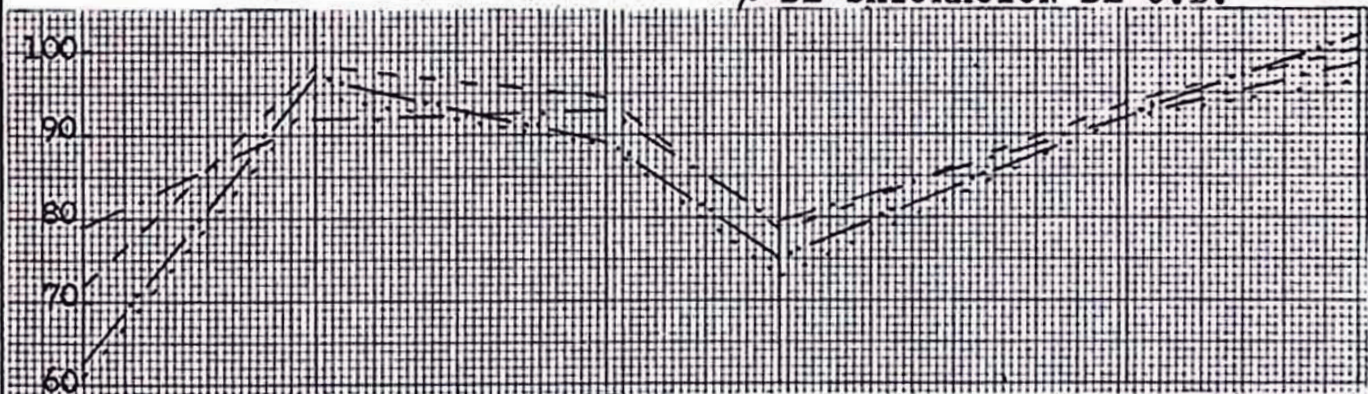
VARIACION DE LOS OXIGENOS DISUELTOS Y % DE SATURACION EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO - DIAS DOMINGOS

Oxígeno Disuelto



- | | |
|--------------|------------|
| 1. - - - - - | 5. — — — — |
| 2. — . — . | 6. — — — — |
| 3. — — — — | 7. — . — . |
| 4. - - - - - | 8. — . — . |

% DE SATURACION DE O.D.



25Set. 23Oct. 27Nov. 18Dic. 29Ene. 26Feb

INTERPRETACION DE LOS VALORES DE LA DBO A LOS 5 DIAS Y 20 °C

ESTACIONES	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8								
	HORA	BOO	HORA	BOO	HORA	BOO	HORA	BOO								
25 SET. 66	10.30	0.95	11.15	0.87	11.50	0.90	12.50	0.81	13.05	1.20	13.15	0.85	13.45	0.73	16.00	0.80
28 SET. 66	12.40	1.27	13.10	1.30	13.55	0.85	13.55	2.20	14.23	1.30	14.55	0.90	15.35	0.60	16.15	0.60
12 OCT. 66	12.00	12.30	4.30	12.55	0	13.30	1.90	14.05	1.00	14.35	1.30	15.10	0.80	15.50	2.00	
23 OCT. 66	12.10	1.90	12.40	1.30	13.00	0.90	13.40	0.60	14.00	1.40	14.30	0.50	15.10	1.10	16.00	0.60
9 NOV. 66	11.15	0.30	11.40	2.80	12.02	1.14	12.25	0.35	13.00	4.90	13.25	2.50	13.55	2.75	14.45	2.20
27 NOV. 66	10.07	0	10.45	0.50	11.00	1.59	11.20	0.55	11.40	0.50	12.05	0.70	12.25	1.00	13.05	0.10
18 DIC. 66	11.05	0.72	11.20	0.95	11.35	1.70	12.00	1.80	12.20	1.10	12.35	0.70	13.10	1.50	13.40	1.40
29 DIC. 66	10.35	0.65	11.00	1.50	11.20	1.90	11.45	1.80	12.05	0.90	12.35	0.65	13.00	1.60	13.45	1.30
24 ENE. 67	10.55	0.55	11.30	0.40	11.56	0.93	12.13	1.10	12.40	1.65	13.00	1.25	13.26	1.40	14.05	2.00
29 ENE. 67	10.30	1.70	10.55	1.70	11.05	3.04	11.25	2.00	11.45	2.15	12.05	2.05	12.30	1.80	13.45	2.05
21 FEB. 67	9.40	0.20	10.10	0.70	10.25	0.84	10.40	1.05	11.00	0.50	11.15	0.60	11.40	0.65	12.10	0.70
26 FEB. 67	9.45	0.35	10.00	0.35	10.15	2.10	10.30	1.05	10.45	1.45	11.00	2.25	11.20	2.70	12.00	3.00

6.11.- DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO D.B.O.

Es la medida de oxígeno requerido para la oxidación bioquímica de la materia orgánica, en función del tiempo y la temperatura, que el método normalizado fija en 5 días y 20°C.

En su expresión más simple, consiste en inocular un volumen de agua apta para el desarrollo biológico y cuyo contenido en oxígeno disuelto se conoce, con un volumen adecuado de desecho contaminado, el oxígeno abatido después de un período de incubación representa la DBO de éste.

La DBO es uno de los parámetros, que nos dan una de las mejores maneras identificatorias del estado polucional de un agua, e indirectamente también nos señala, la cantidad descomponible o materia orgánica contenida.

La presencia de la DBO en aguas servidas puede indicarnos, que estamos ante la presencia de un proceso de nitrificación, en que los elementos nitrogenados son atacados, o bien que la materia carbonácea es oxidada, se sabe que ambas etapas son realizadas mediante acciones biológicas, de allí que el REGLAMENTO PARA EL CONTROL SANITARIO DE LA CONTAMINACION Y POLUCION DE LOS CURSOS NATURALES DE AGUA, considere grupos, según las características de DBO y N.M.P. que presenten.

clase I.- Si la Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días y a 20°C es menos de 1.00 p.p.m. y su número más probable (N.M.P.) es de menos de 50 coliformes por 100ml. por muestra.

clase II.- Pertenece a ésta clase un río que tenga entre 1 y 2 p.p.m. de DBO y un N.M.P. que eventualmente tenga una muestra con más de 50 coliformes /100ml.. Considerando que normalmente está por debajo de éste valor.

clase III.- Si su N.M.P. es un número de 5 muestras tomadas en días diferentes y de valores menores de 5,000 co-

liformes por 100ml. y su D.B.O. a 5 días y 20°C es menor que 3 p.p.m..

clase IV.- El N.M.P. en media mensual, en un mínimo de 5 muestras tomadas en días diferentes sea menor de 20,000 coliformes por 100ml. y su DBO a 5 días y 20°C en cualquier día de menos de 3.0 p.p.m..

clase V.- N.M.P. sin límite establecido y DBO a 5 días y a 20°C mayor de 4 p.p.m..

Estas características están sujetas a otras de orden químico y físico que el río posea.

Epoca de Estiaje.-

En días particulares el DBO en el primer día varía de 0 a 1.25, éste bajo consumo de oxígeno nos indica que en el río no hay materia orgánica en descomposición que lo requiera; al llegar al 2do. punto sufre un incremento, llegando a 4.3 debido a la contaminación proveniente de usarse el río como letrina y para bañarse, por los pobladores de la barriada Moyopampa, además del amontonamiento de basura en sus orillas; en Chosica la demanda máxima es de 1.4 lo que indica que la materia orgánica es muy baja, luego la demanda aumenta en Chaclacayo, para disminuir en Huampaní, de allí en adelante mantenerse, hasta llegar a la Atarjea, en un rango de 0.5 - 2.7.

En ésta misma época, pero en días domingos, se aprecia la tendencia de la curva a subir en los puntos 3, 5 y 7, correspondientes a Chosica, Huampaní y Ñaña respectivamente, se llega a la Atarjea con valores comprendidos entre 0.1 y 1.4. De una manera general los valores fluctúan dentro de 0.4 y 1.8, poniendo de manifiesto que no hay materia orgánica, a la cual le sea necesario el oxígeno para su oxidación bioquímica.

Epoca de Creciente.-

La demanda en época de creciente, en días particula--

res, comienza con valores muy bajos, variando de 0.2 a 0.6 en el punto N° 1, luego hay un incremento en el resto del tramo que comprende el presente estudio, manteniéndose en un rango de 0.4 a 1.8

En días domingos la DBO sufre un aumento con relación a los días particulares, esto a pesar de haber una mayor dilución en el río, indicaría que la carga orgánica es más grande en esta época, probablemente se deba a la contribución de las lluvias que prácticamente lavan las tierras cercanas a las orillas del río.

Variación de las D.B.O. a los 5 días y a 20°C en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

Las ocho estaciones presentan, a travez del tiempo -- que duraron los muestreos, variaciones bastantes notorias.

En Setiembre los valores son muy bajos, en Octubre -- hay un pequeño incremento que disminuye en Noviembre, ocurre nuevamente un aumento en Diciembre que continúa en Enero, finalmente experimenta una disminución en Febrero, pero no llega a ser tan bajos como en Noviembre y Setiembre; esto se ve objetivamente en el gráfico correspondiente a la variación de la D.B.O. en días domingos.

La tendencia que siguen los ocho puntos, durante días particulares es, comenzar en Setiembre con valores bajos, en Octubre se incrementan y continuan en aumento hasta -- llegar a Noviembre, donde alcanzan los valores más altos, de 2 a 5, de allí en adelante van a ir decreciendo hasta el mes de Febrero ocurriendo aquí el rango más bajo, 0.5 a 1.

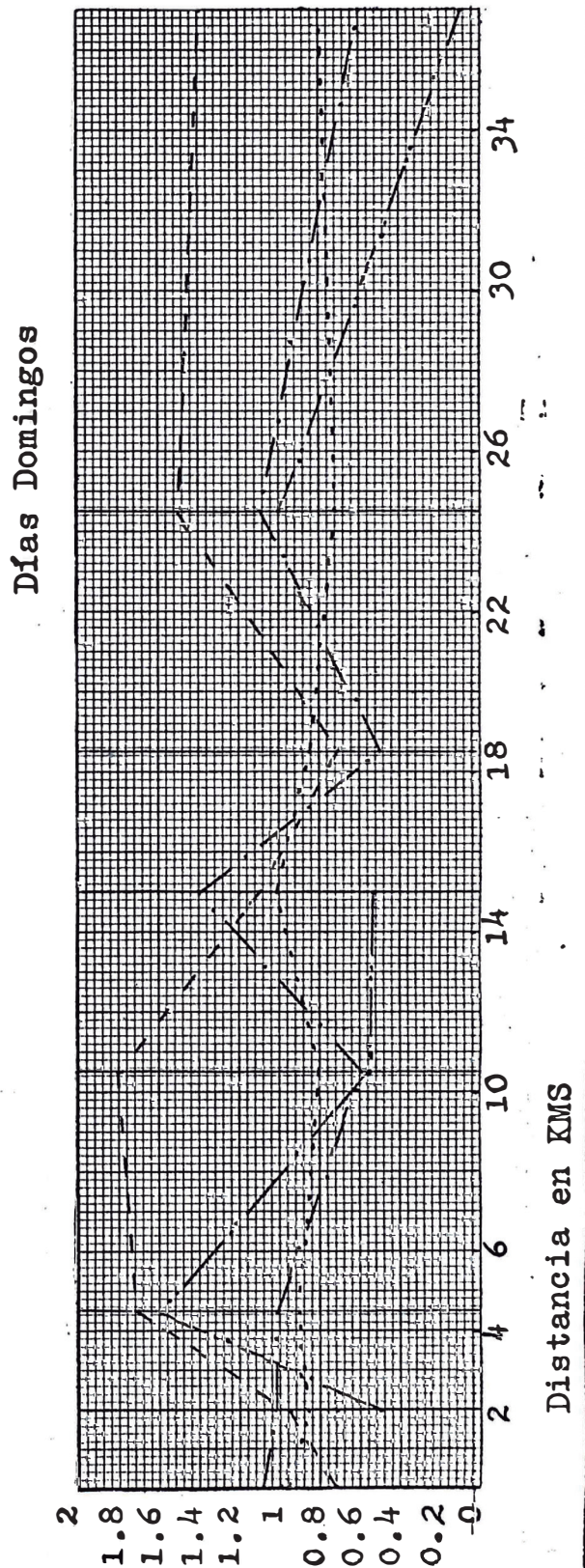
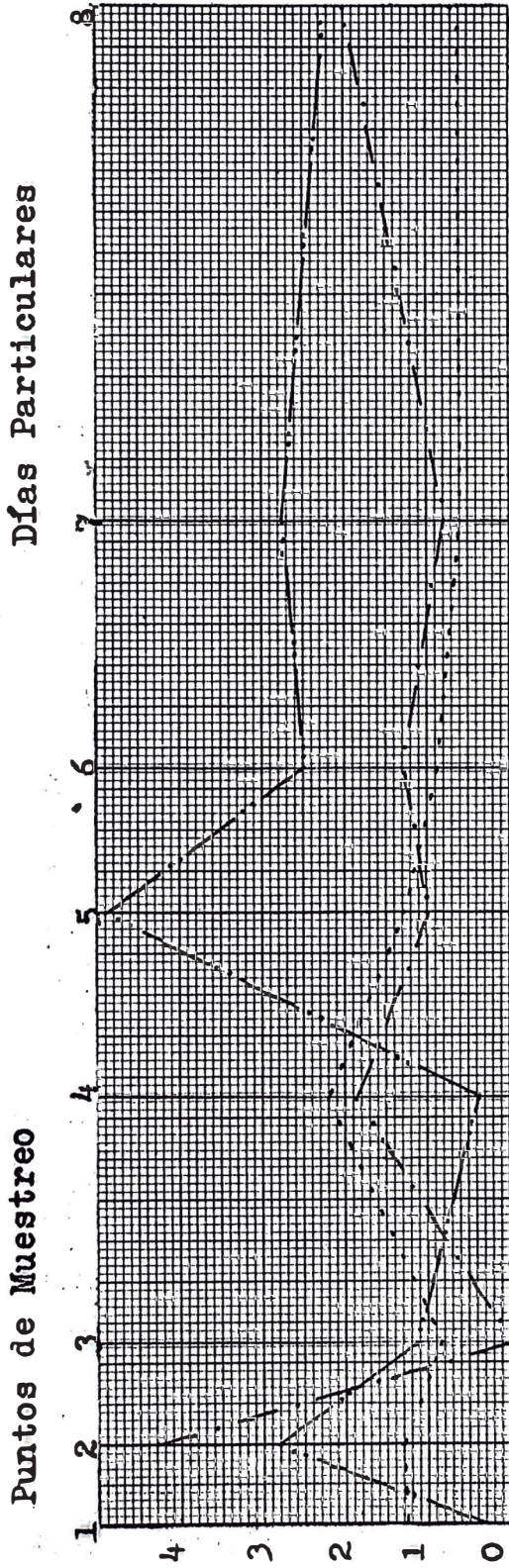
Observando y de una manera general, podemos decir que los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y el Índice Coli, no guardan la relación: baja DBO, bajo N.M.P.

Teniendo baja DBO y alto NMP, sería factible considerar que la estabilización de la materia orgánica, ocurre más rápidamente que la destrucción de coliformes, y que

la turbulencia del río produce una gran oxidación con poca sedimentación de bacterias.

CURVAS DE LA DBO A LOS 5 DIAS Y 20°C

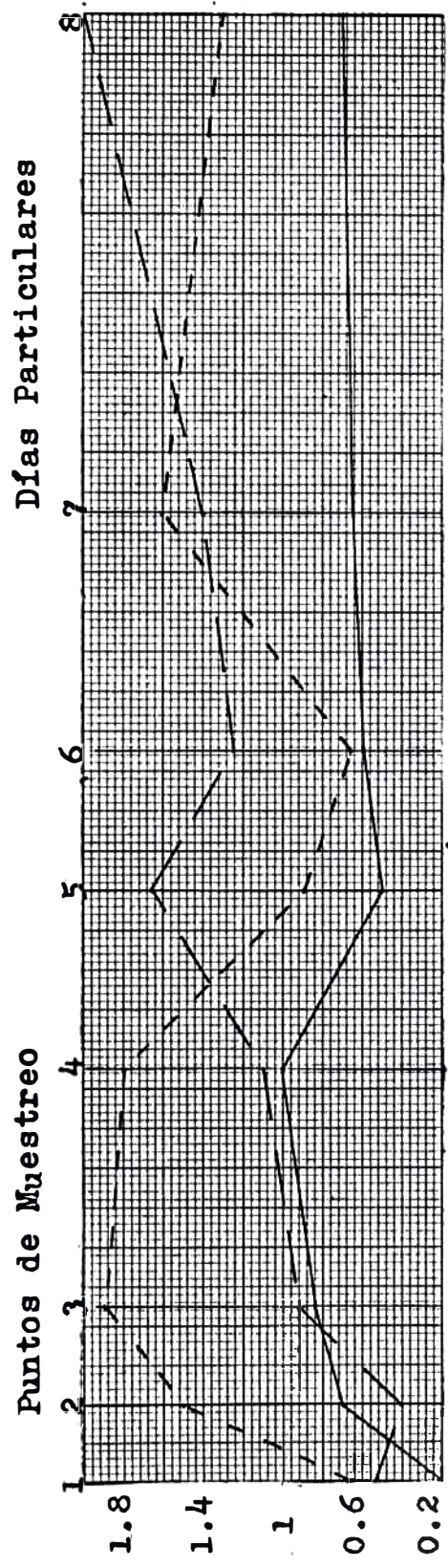
EPOCA DE ESTIAJE



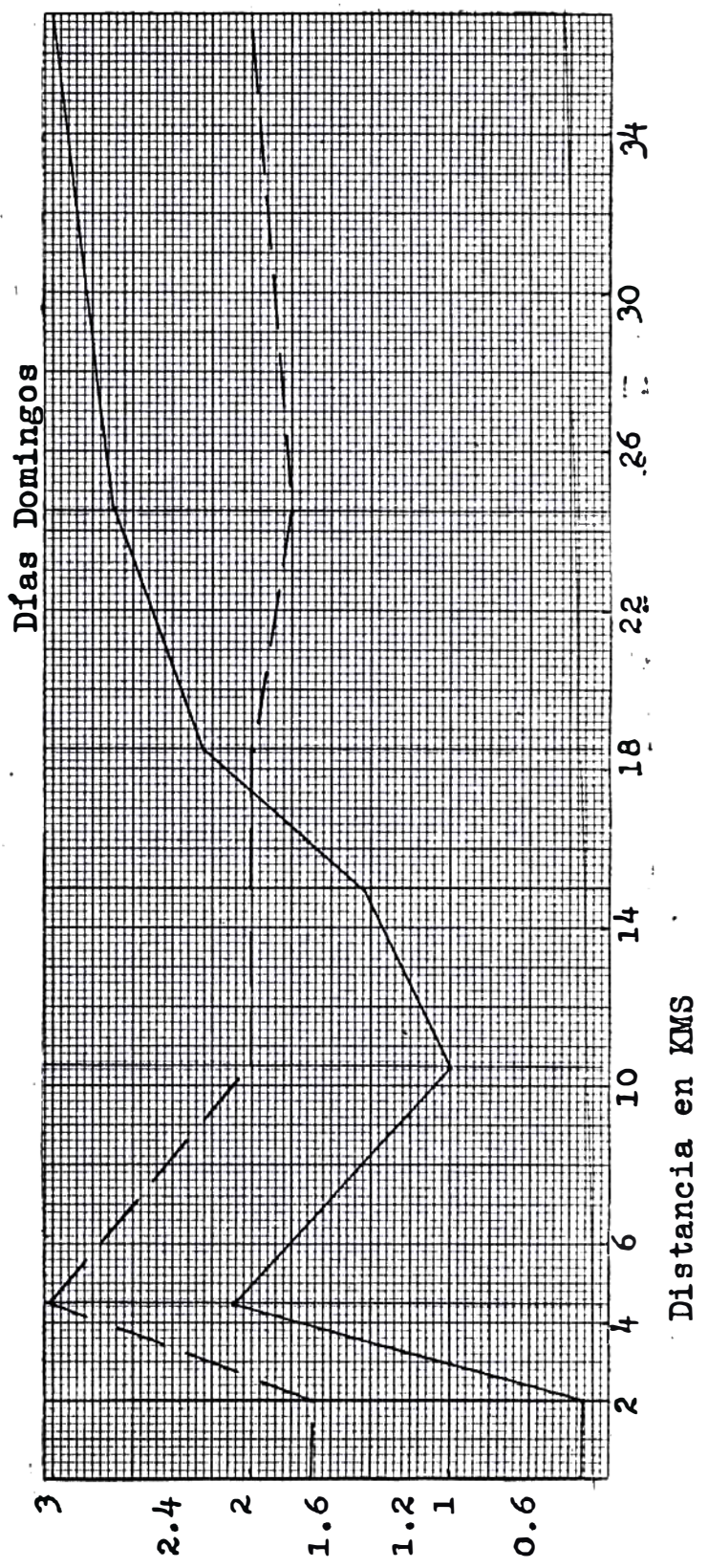
CURVAS DE LA DBO A LOS 5 DIAS Y 20°C

EPOCA DE CRECIENTE

- - - - - 29 Dic
 - - - - - 24 Ene
 - - - - - 21 Feb



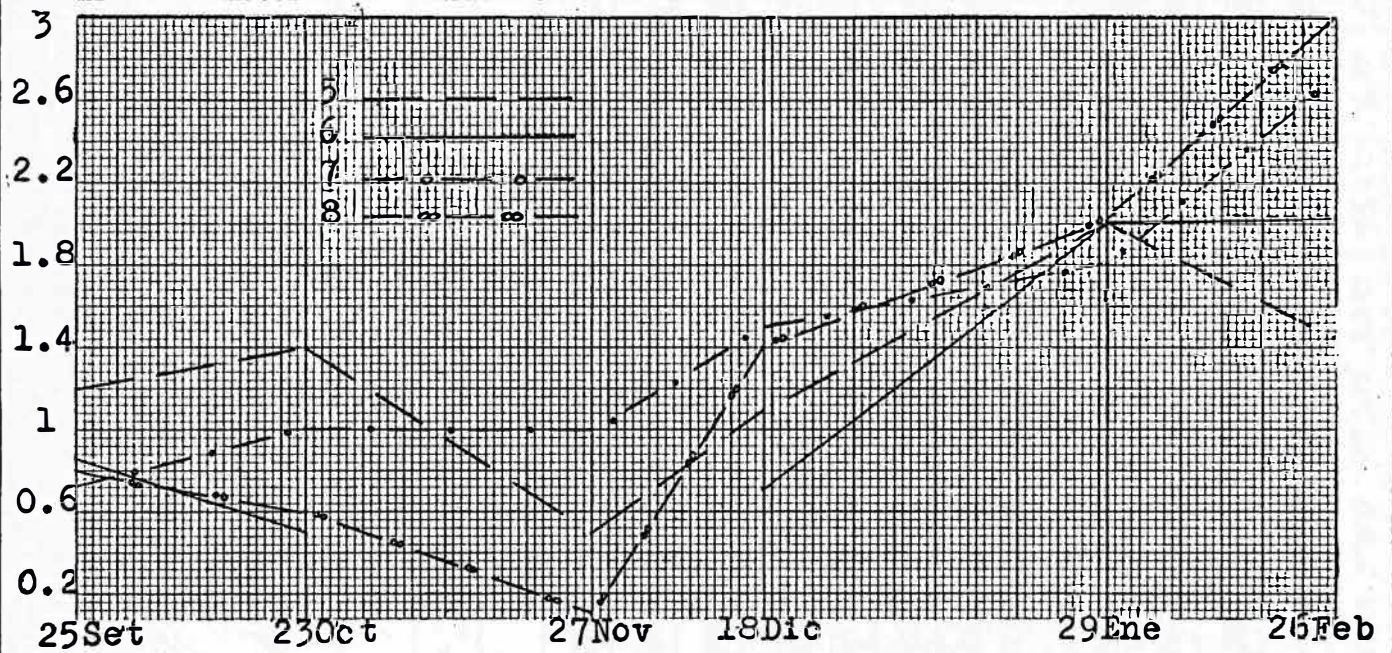
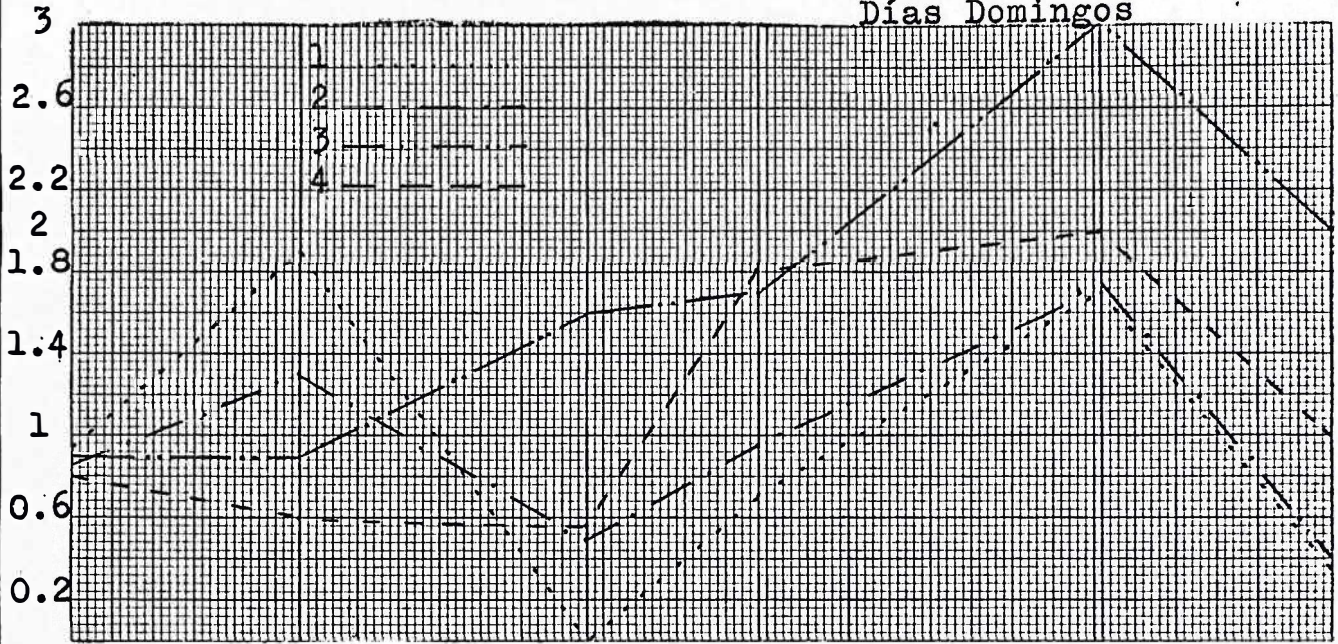
- - - - - 29 Ene
 - - - - - 26 Feb



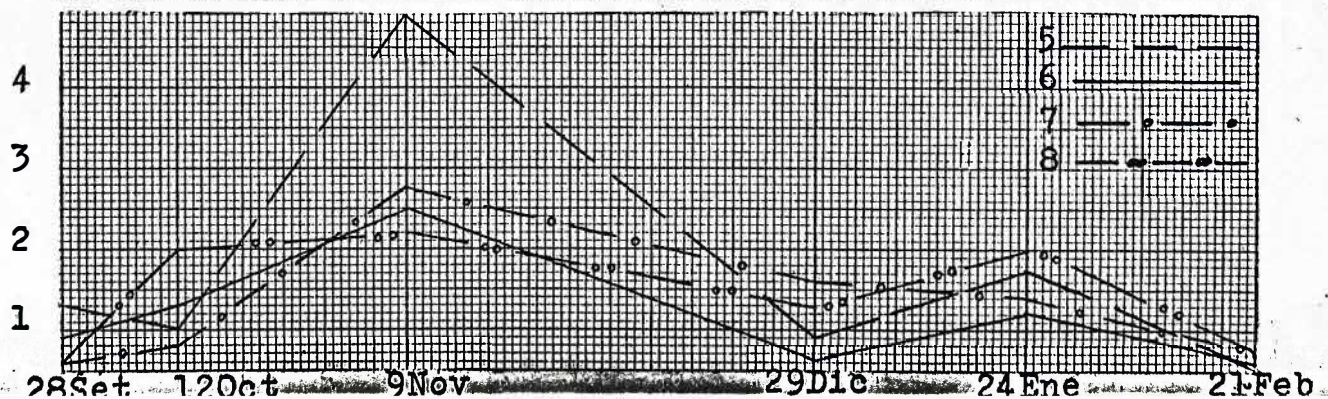
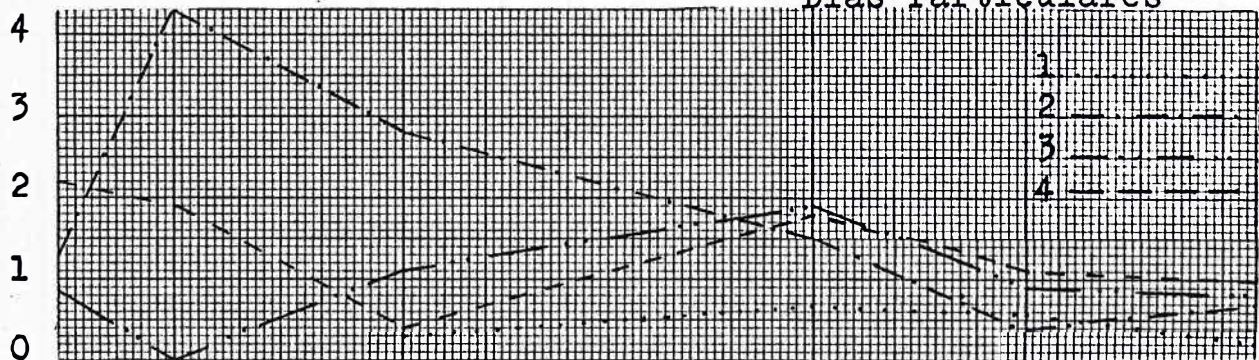
Distancia en KMS

VARIACION DEL BOD A LOS 5 DIAS Y 20°C EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO.

Días Domingos



Días Particulares



INTERPRETACION DEL INDICE COLI EN COLONIAS/100 C.C. (NMP) Y

DEL NUMERO DE BACTERIAS POR CC. EN AGAR A 37 °C

ESTACIONES	N°1		N°2		N°3		N°4		N°5		N°6		N°7		N°8	
	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.	I.C.	BAC.
25 SET. 66	2300	13700	93000	6800	230000	8700	230000	10200	93000	12300	130000	8200	9300	37000	21000	9700
28 SET. 66	23000	430	4300	4800	430000	7700	430000	1070	4300	42000	150000	6600	43000	4900	12000	3800
12 OCT. 66	4300	3800	2300	1060	93000	9300	13000	5600	430000	4200	93000	6400	43000	4800	15000	1060
23 OCT. 66	15000	575	15000	1020	430000	2555	93000	3800	93000	4200	43000	38000	43000	4350	43000	575
9 NOV. 66	9300	3850	75000	5900	230000	9350	93000	5600	23000	4200	230000	6400	43000	4800	23000	10600
27 NOV. 66	21000	1160	2300	840	930000	1360	93000	700	430000	2120	93000	1290	150000	717	93000	1620
18 DIC 66	2300	1350	7500	1140	93000	2900	43000	3300	23000	1510	93000	590	43000	4500	230000	2710
29 DIC 66	4300	10800	2300	7600	230000	4500	23000	10300	43000	18000	93000	4500	43000	3500	15000	7200
24 ENE 67	23000	1600	43000	1600	230000	2000	230000	1500	93000	5200	430000	8300	43000	4900	43000	2700
29 ENE 67	9300	100	9300	230	93000	15000	43000	220	43000	410	43000	450	23000	900	43000	1600
21 FEB 67	4300	630	9300	710	430000	4200	23000	5310	43000	1550	93000	1300	150000	3700	43000	1560
26 FEB 67	4300	540	9300	690	23000	3310	93000	3000	93000	1600	130000	1570	43000	5400	43000	1400

6.12.- ANALISIS BACTERIOLOGICOS

El examen bacteriológico se considera, por lo general como de mayor valor en el análisis de aguas.

En el presente estudio se ha realizado:

- 1.- Contaje del número total de bacterias por cada c.c. en Agar-Agar a 37°C. Esta prueba conjuntamente con el Índice Coli da una idea del grado de autopurificación del río.
- 2.- Índice Coli, N.M.P., es el número más probable de bacterias coliformes por cada 100 c.c., incubadas a 37°C.

De las determinaciones bacteriológicas, se concede -- universalmente que la prueba para los organismos del grupo coliforme, es la de mayor significación, puesto que proporciona una prueba casi específica de contaminación fecal. El Standar Americano considera la presencia del Coli en un agua dada, como indicadora de contaminación fecal, aunque no determina la clase de excreta, humana o animal, de que procede.

Por todo ello, se considera que si el Coli aparece en las aguas en gran cantidad, es posible que la contaminación sea muy reciente y considerable, sugiriendo su presencia la de gérmenes patógenos.

6.12.1.-Indice Coli, N.M.P.-

Durante los días particulares, la tendencia - que nos ofrece el Indice Coli, tanto en época de creciente como de estiaje, es muy semejante, en el primer punto las cifras que se registran varían desde 4,000 a 20,000, de allí sufren aumentos que se mantienen en todo lo largo del río, - hasta la Atarjea donde el N.M.P. disminuye, pero sin alcanzar los valores del primer punto. Las estaciones que revelan una mayor contaminación - son Chosica (3ro.), Chaclacayo (4to.) y Huachipa (6to.), los valores a que llegan son del orden - de los 400,000, la recuperación que se aprecia - en el tramo Ñaña-Atarjea es digno de mencionar - ya que la carga bacteriana, disminuye solo en horas, hasta llegar a cifras que oscilan entre 20,000 y 40,000.

En ambas épocas de Estiaje y Creciente, el Indice Coli correspondiente a Domingos, varía en forma muy parecida a los días particulares, en lo que respecta a las tendencias que siguen las curvas, pero diferenciándose en que los valores que se registran son mayores, se llega a la Atarjea con un rango de 4,000 a 200,000 coliformes.

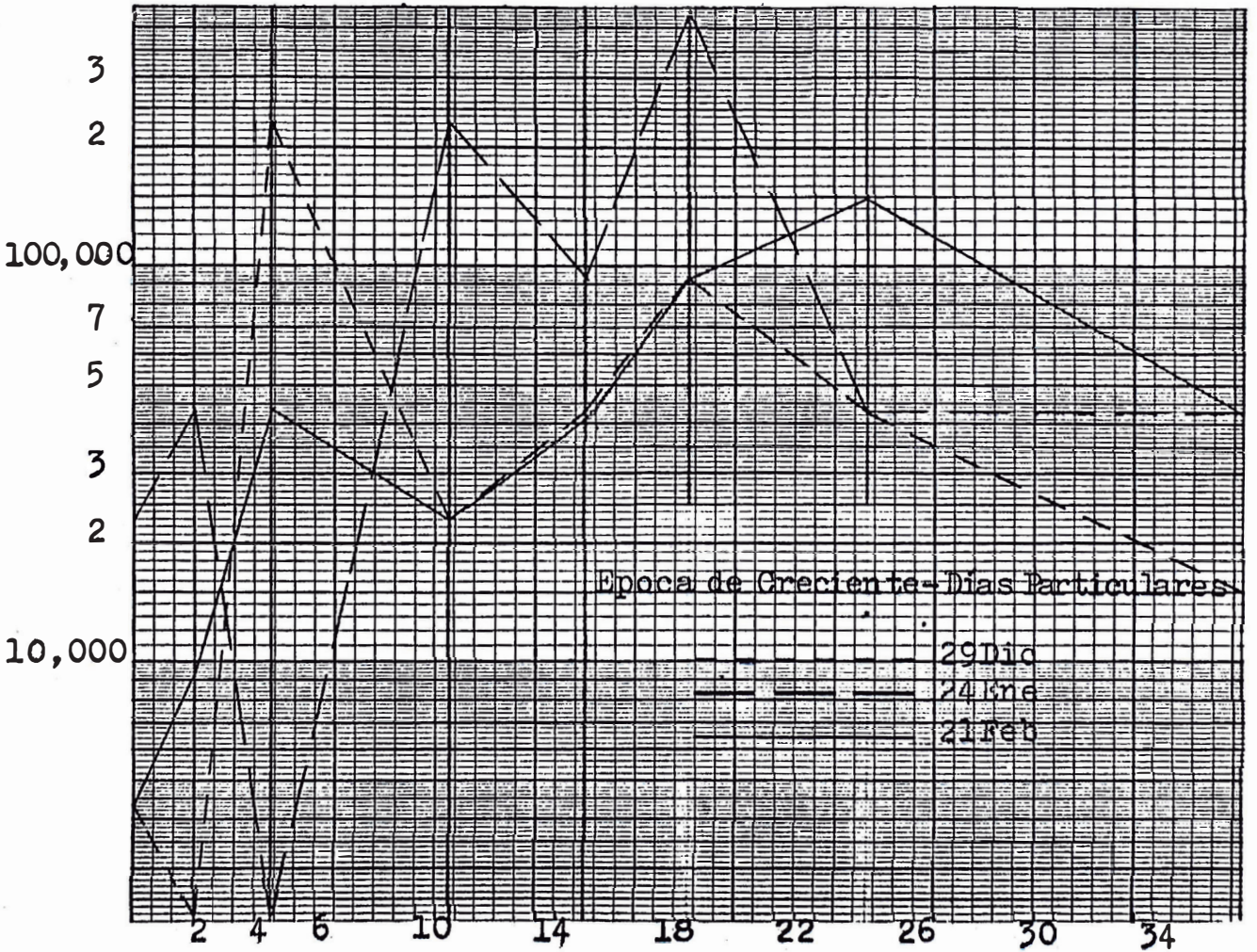
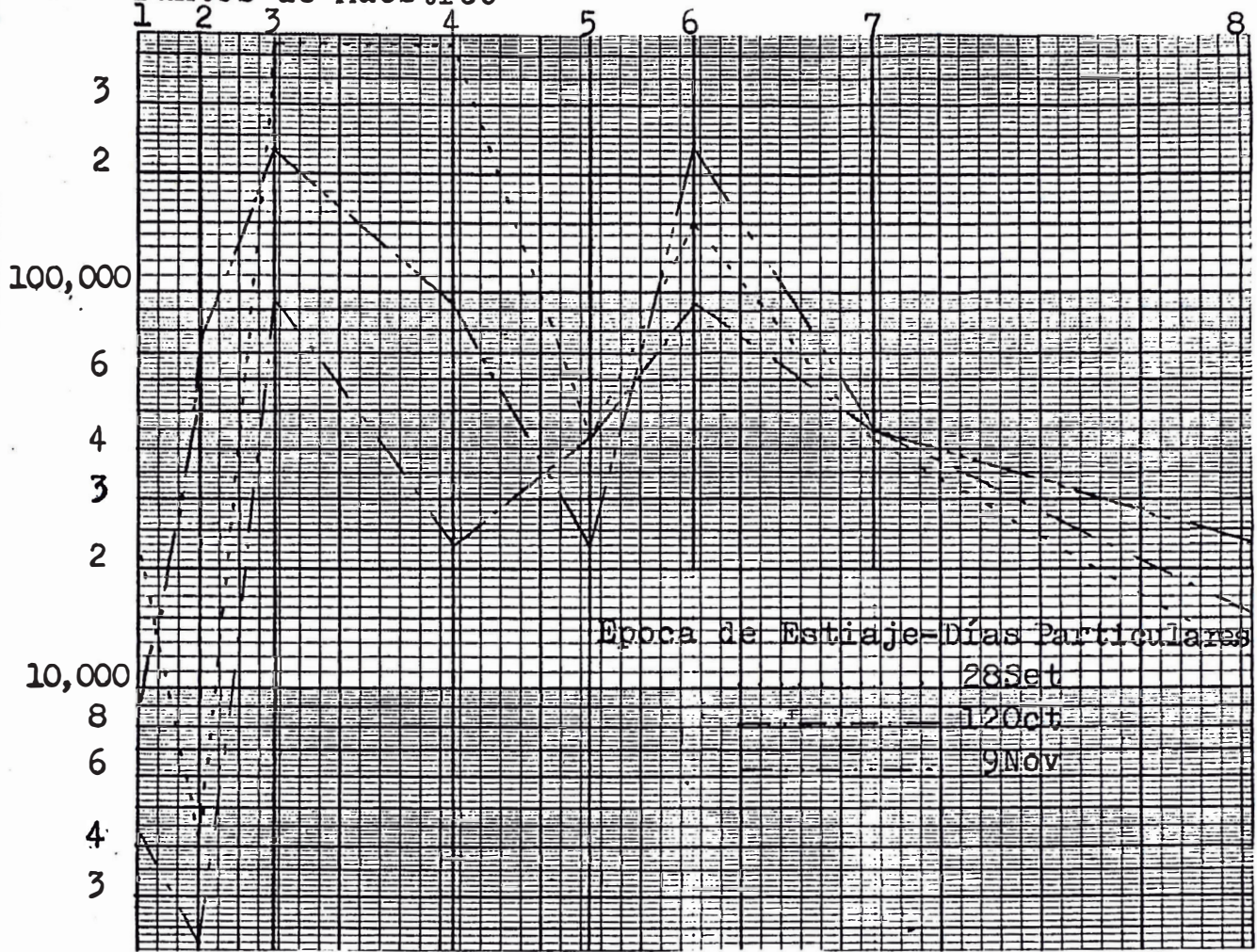
Variación del Indice Coli, N.M.P. en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

Días Particulares.- Setiembre y Enero son los meses en que el río presenta su mayor contaminación 4,000 - 400,000 y 20,000 - 400,000 respectivamente. En Octubre, Noviembre, Diciembre y Febrero sus rangos son muy parejos, haciendo un promedio de ellos tenemos que varían de 11,000 a 170,000.

Días Domingos.- Todas las estaciones, con excepción de Chosica presentan rangos cuyos valores máximos fluctúan de 100,000 a 200,000, Chosica como hemos dicho es una excepción sus valores - desde Setiembre a Febrero señalan el más alto - Índice Coli, indica pues, que este punto es un foco infeccioso considerable y sugiere la presencia de gérmenes patógenos.

INDICE. COLI, N.M.P.

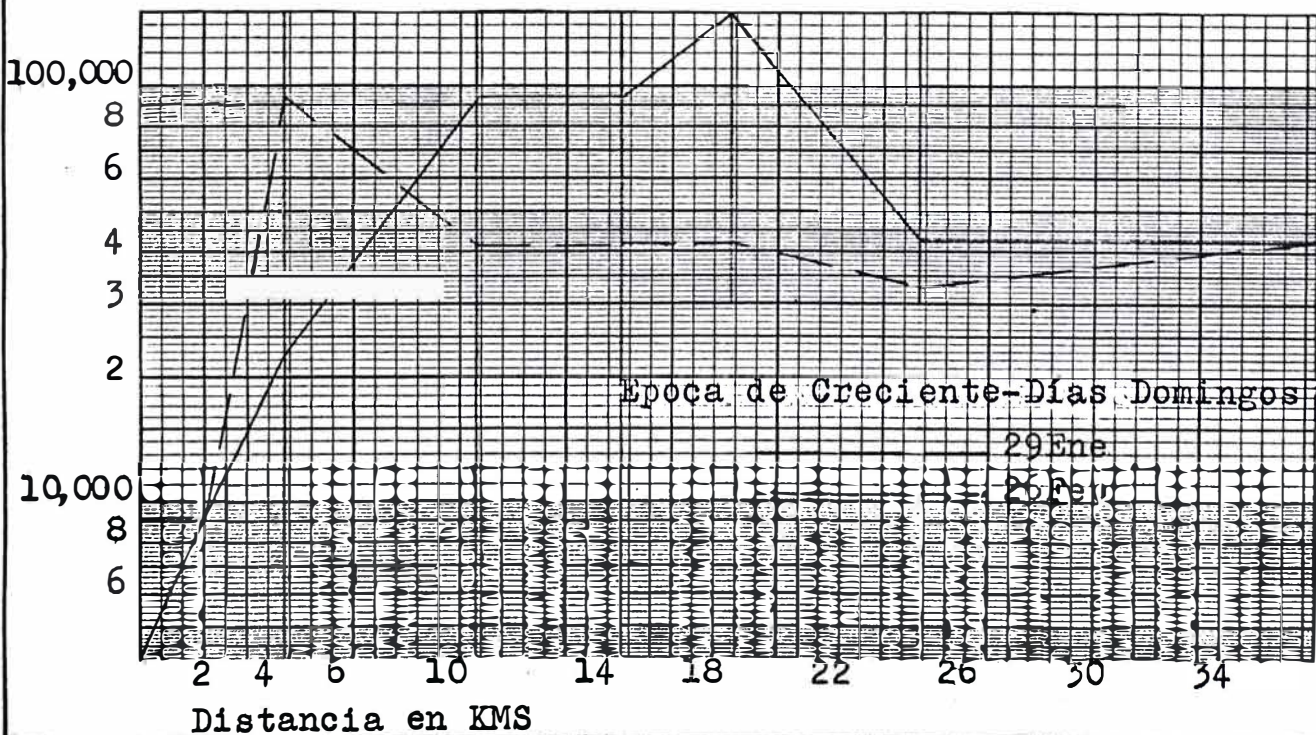
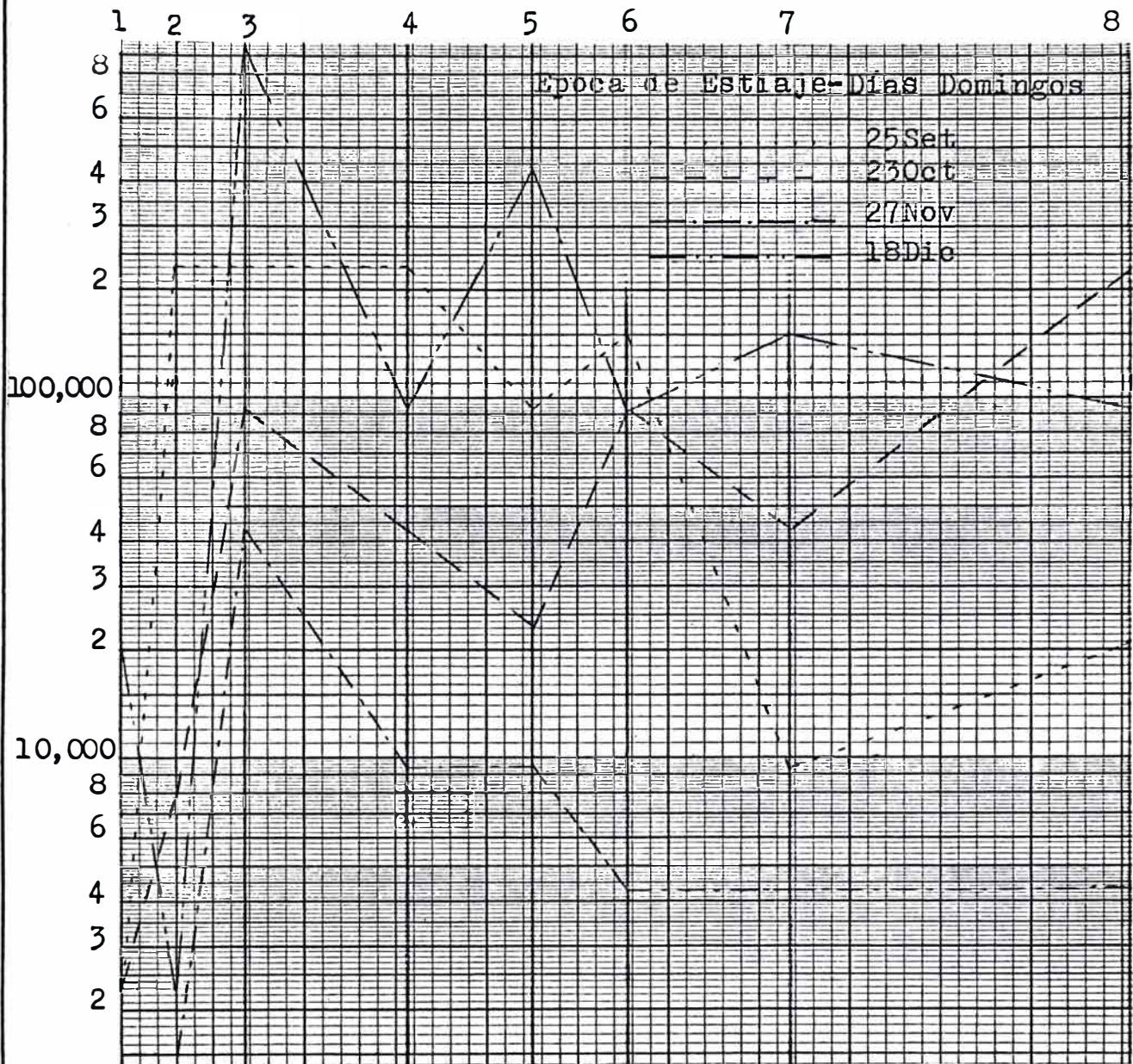
Puntos de Muestreo



Distancia en KMS

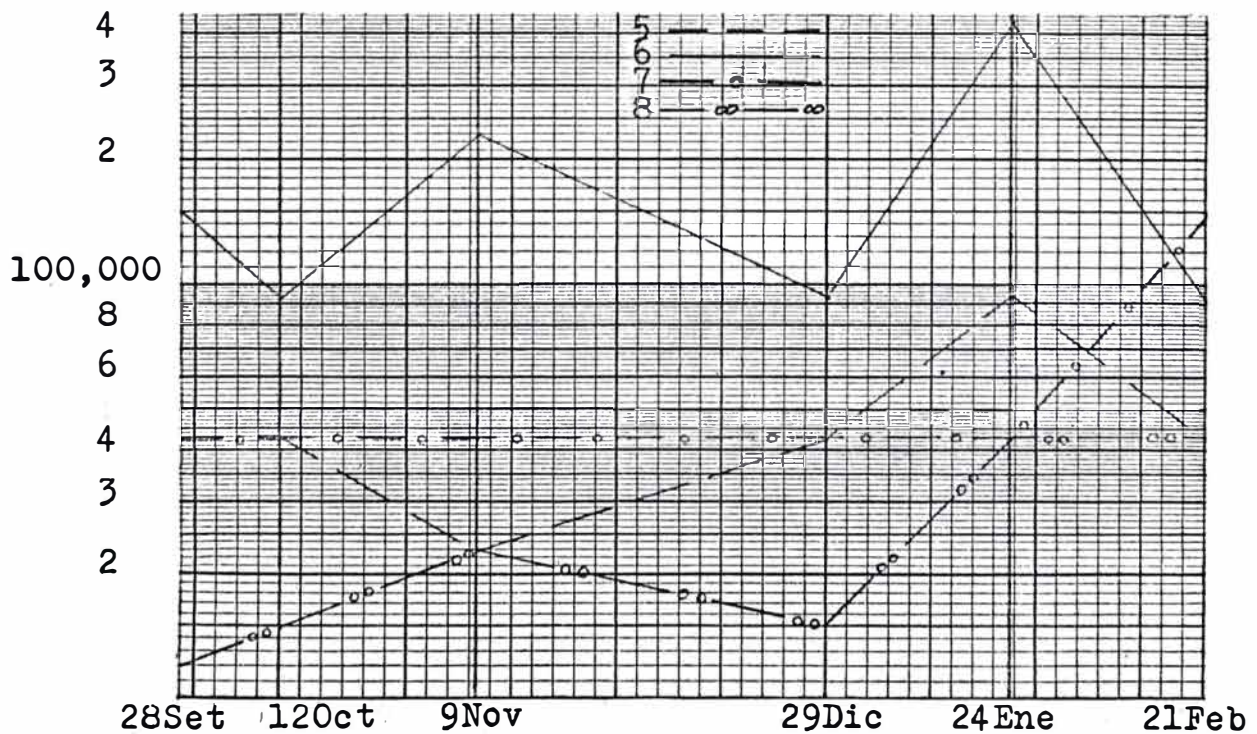
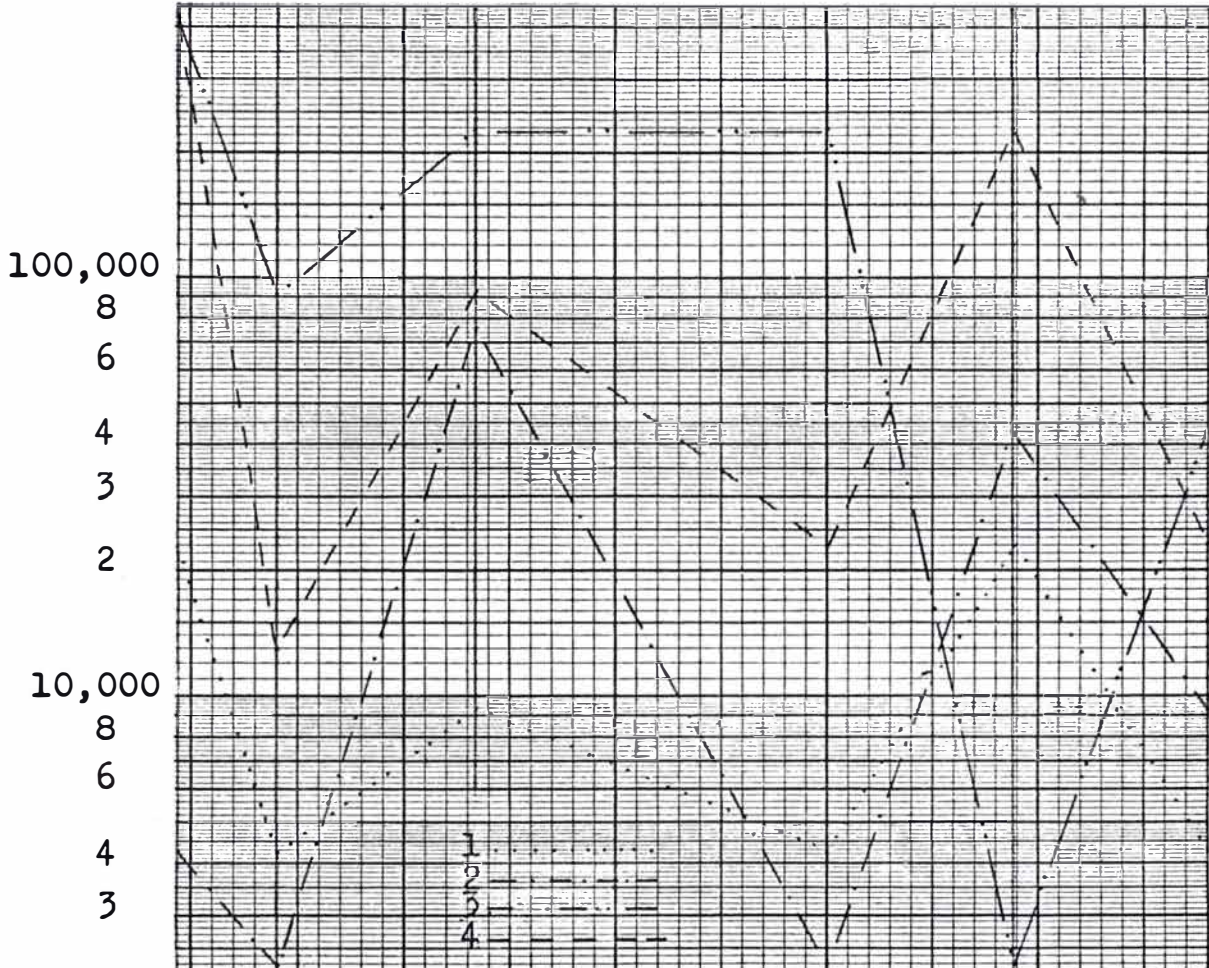
INDICE COLI, N. M. P.

Puntos de Muestreo



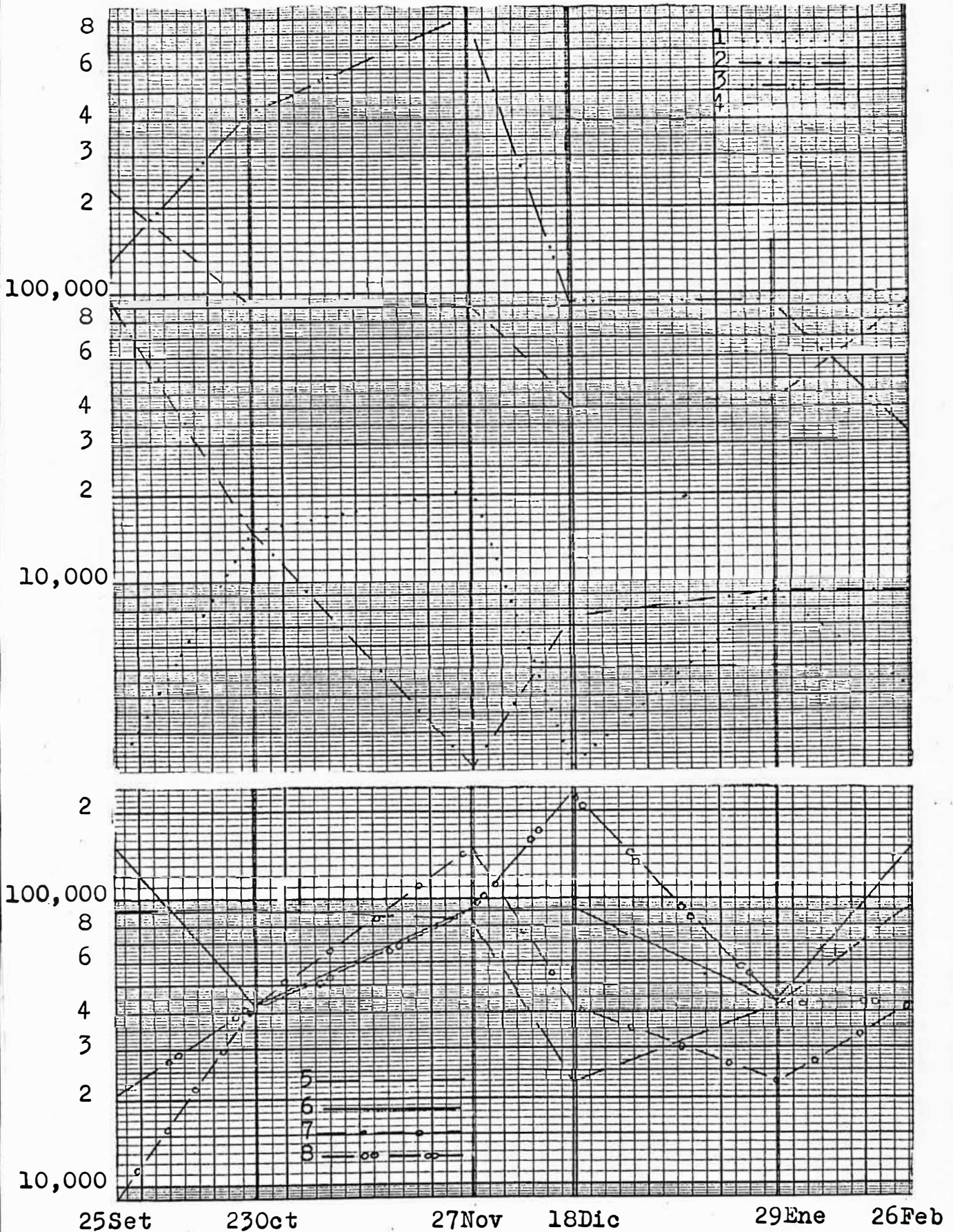
VARIACION DEL INDICE COLI, N.M.P., EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



VARIACION DEL INDICE COLI, N.M.P., EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Domingos



6.12.2.-Bacterias por c.c. en Agar a 37°C.-

Puede observarse como en días particulares, - tanto en Creciente como en Estiaje, el primer punto varía de 100 a 400 bacterias/100 c.c., que comparados con las demás estaciones resultan sumamente bajos. Los puntos que presentan mayor carga bacteriana son el 3ro., 5to. y 6to.. Los valores con que se llega a la Atarjea fluctúan entre 700 y 4,000, si bien la recuperación se hace notoria a partir del 5to. punto, estos valores indican aún el carácter infeccioso de las aguas del río.

Al igual que en días particulares, los muestreos realizados en domingos, nos indica que la contaminación en el 1er. punto es baja, a partir de este punto se va incrementando hasta llegar a sus valores máximos, de 400 a 40,000, en Huachipa; en la Atarjea después de haber decrecido progresivamente los valores fluctúan entre 1,400 - 2,700.

Variación de Bacterias por c.c. en Agar-Agar a 37°C. en los puntos de muestreo durante el período de estudio.-

Días Particulares.- En los meses de Setiembre y Octubre los valores son muy parejos, sufren un incremento en Noviembre que se hace más notorio, en Diciembre donde alcanzan valores de 3,500 a 18,000; luego en Enero disminuye la cantidad de bacterias, ocurriendo en Febrero valores mínimos que oscilan entre 500 y 4,000 bacterias por c.c.

Los valores máximos que ocurren en Diciembre, probablemente se deban a que con las lluvias, el caudal aumenta bruscamente provocando turbulencia en el río, la cual produzca una remoción en las bacterias sedimentadas y recoge las que se -

encuentran en tierras cercanas, ésto sumado a la carga propia de las descargas, haría posible el aumento en dicho mes.

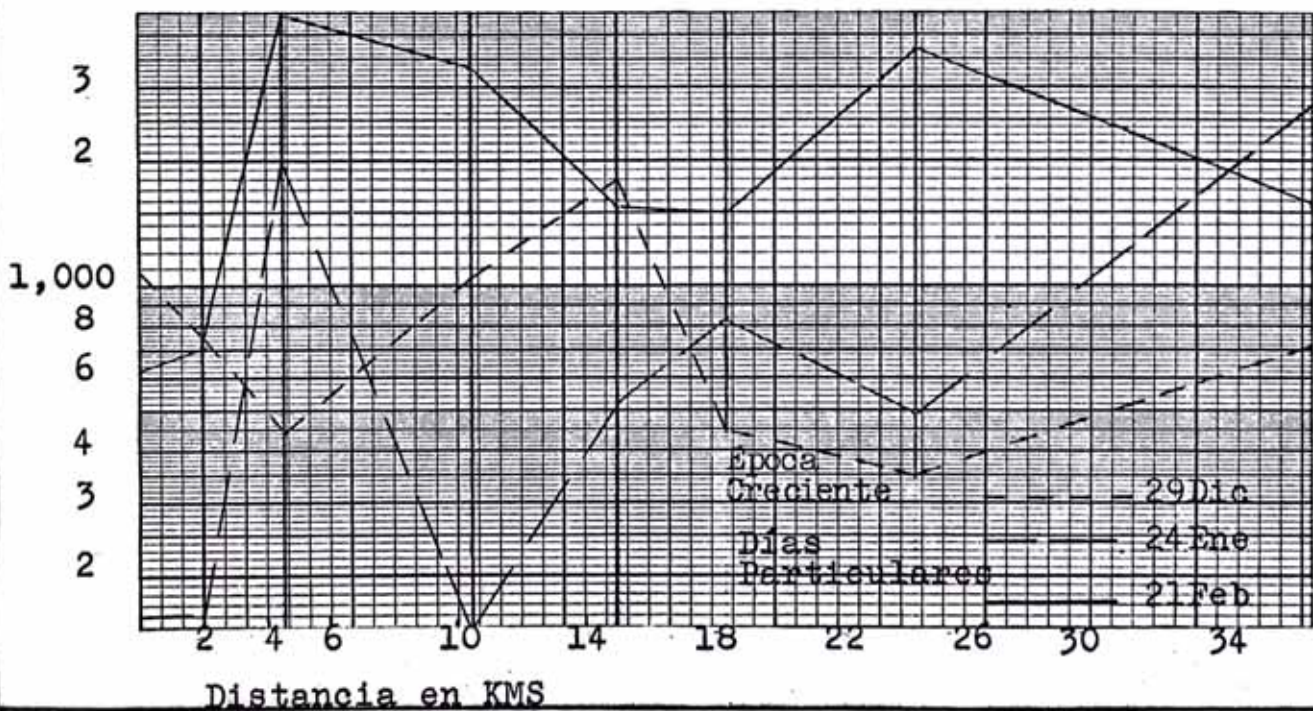
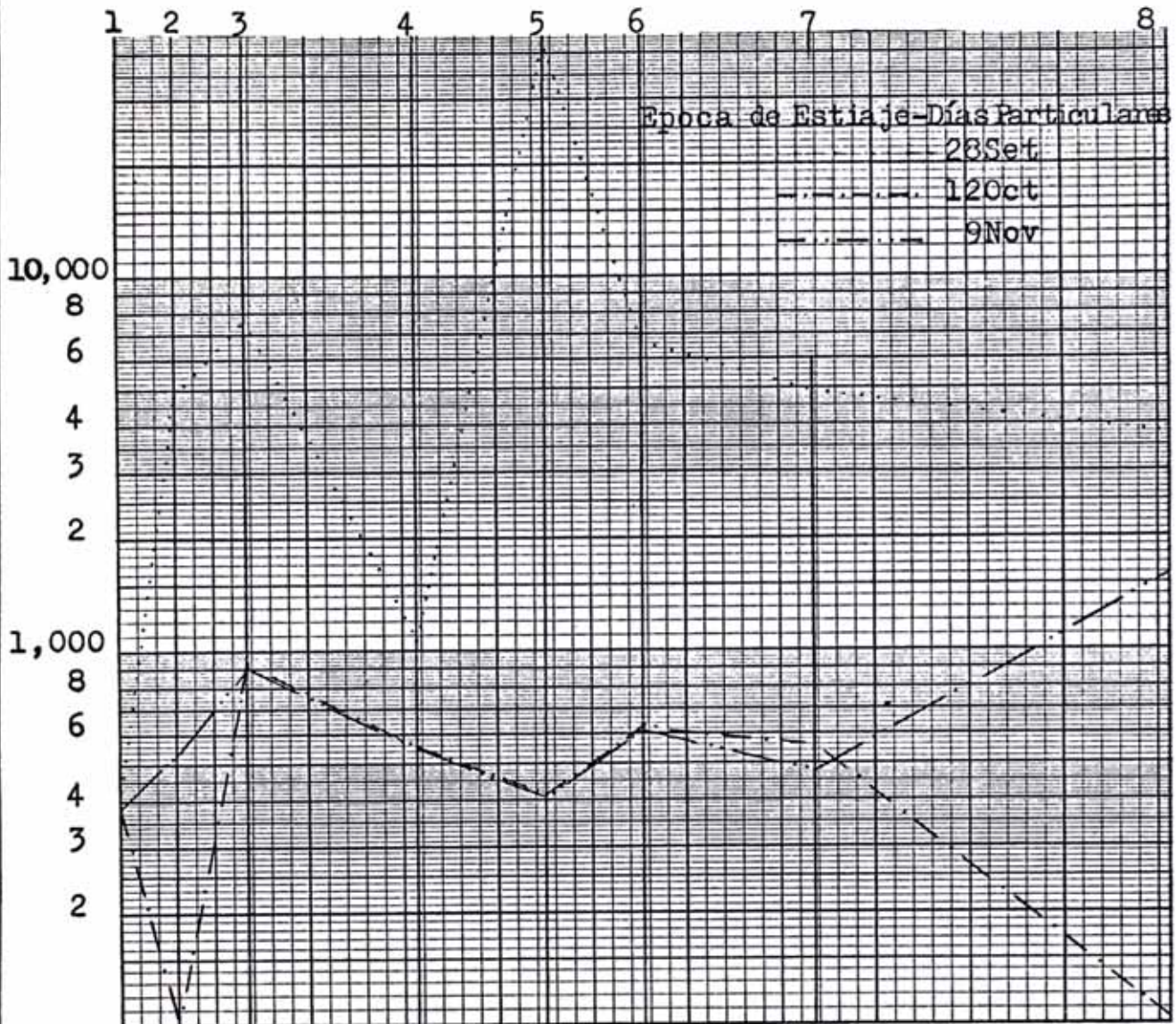
Observando que en época de creciente disminuye notablemente la carga bacterial, creimos necesario relacionarla con el gasto del río, para lo cual vimos la variación de los caudales de los ocho puntos de muestreos durante los meses que comprendió el estudio, teniendo en cuenta que correspondieran a días particulares, sacando en conclusión que la baja de bacterias se debe a la dilución existente en época de creciente.

Días Domingos.- Como puede notarse en el gráfico correspondiente a la variación de bacterias en días ~~domingos~~, presenta igual tendencia que en días particulares, es decir, que la población bacteriana a medida que se acerca la época de creciente disminuye.

Creemos que los valores de 40,000 y 30,000,- que salen de la tendencia que siguen los demás puntos, probablemente se deban a estados muy -- particulares de la muestra tomada, que no representa el estado general del río en ese punto.

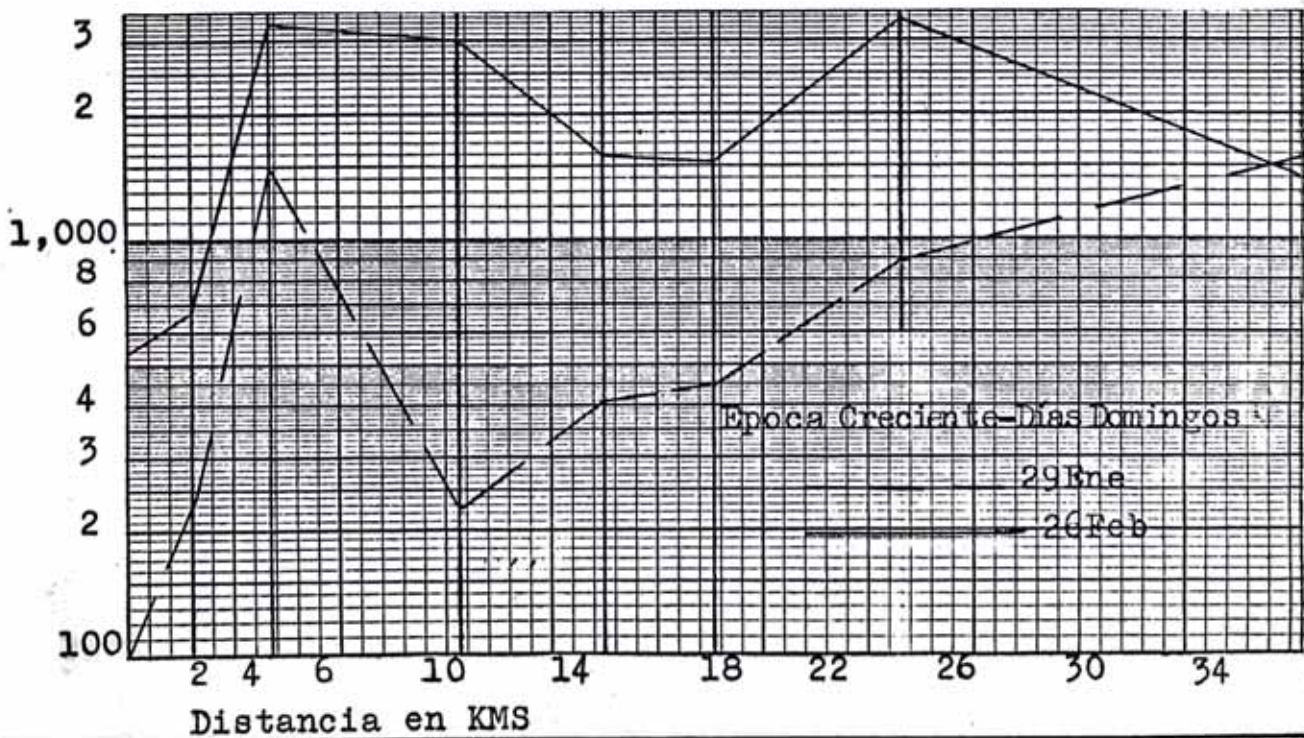
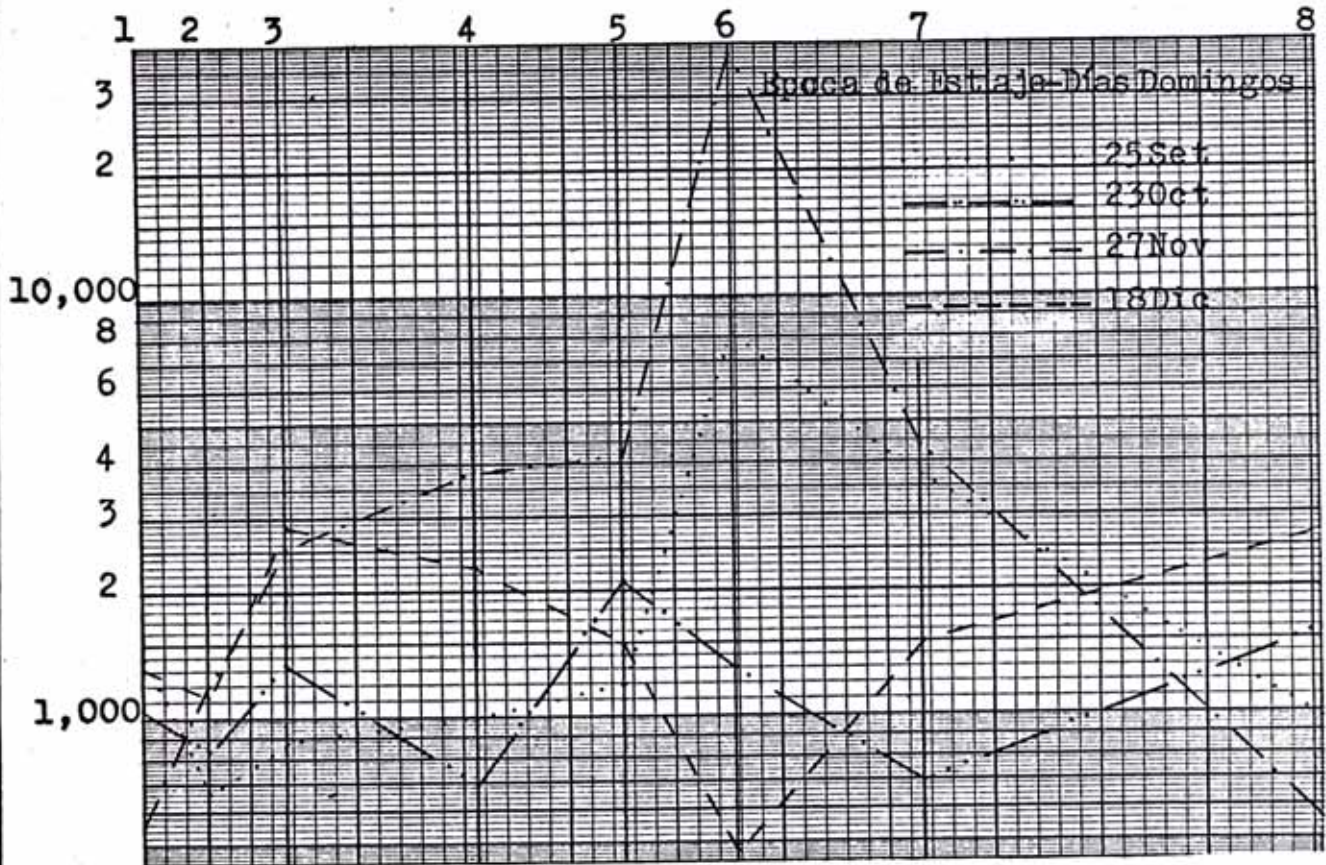
BACTERIAS POR C.C. EN AGAR-AGAR A 37°C

Puntos de Muestreo



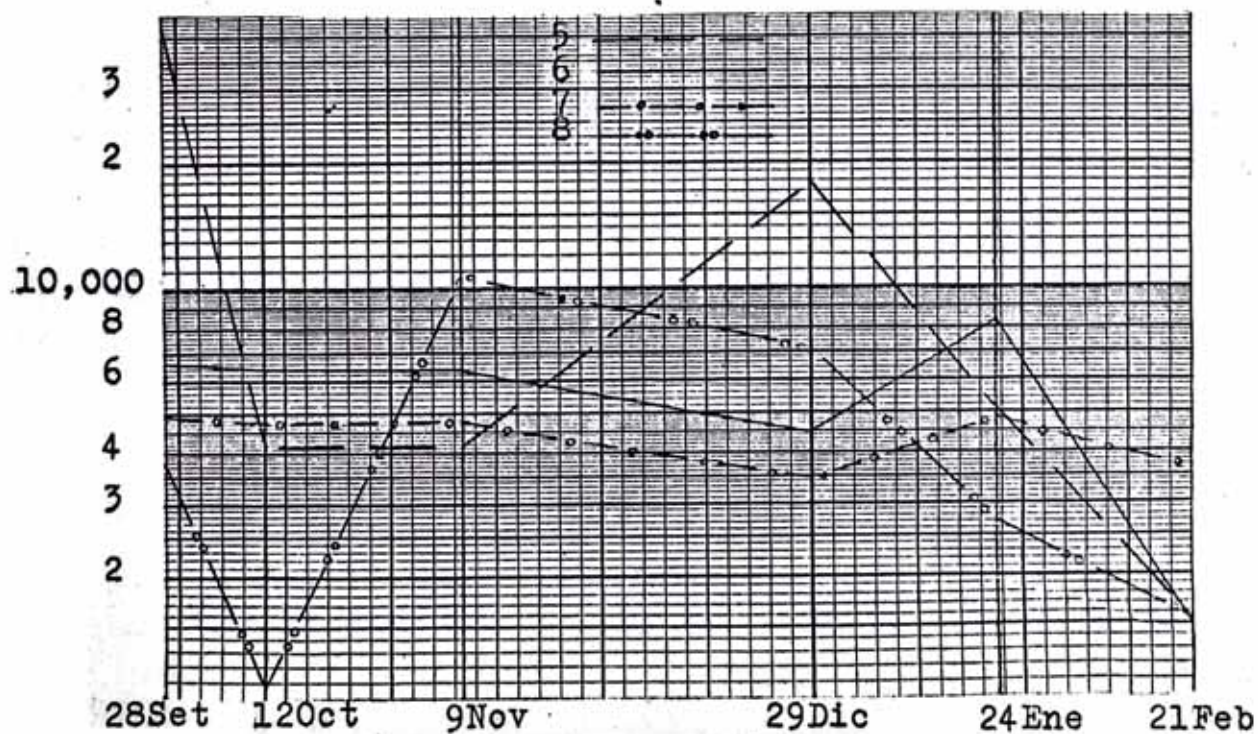
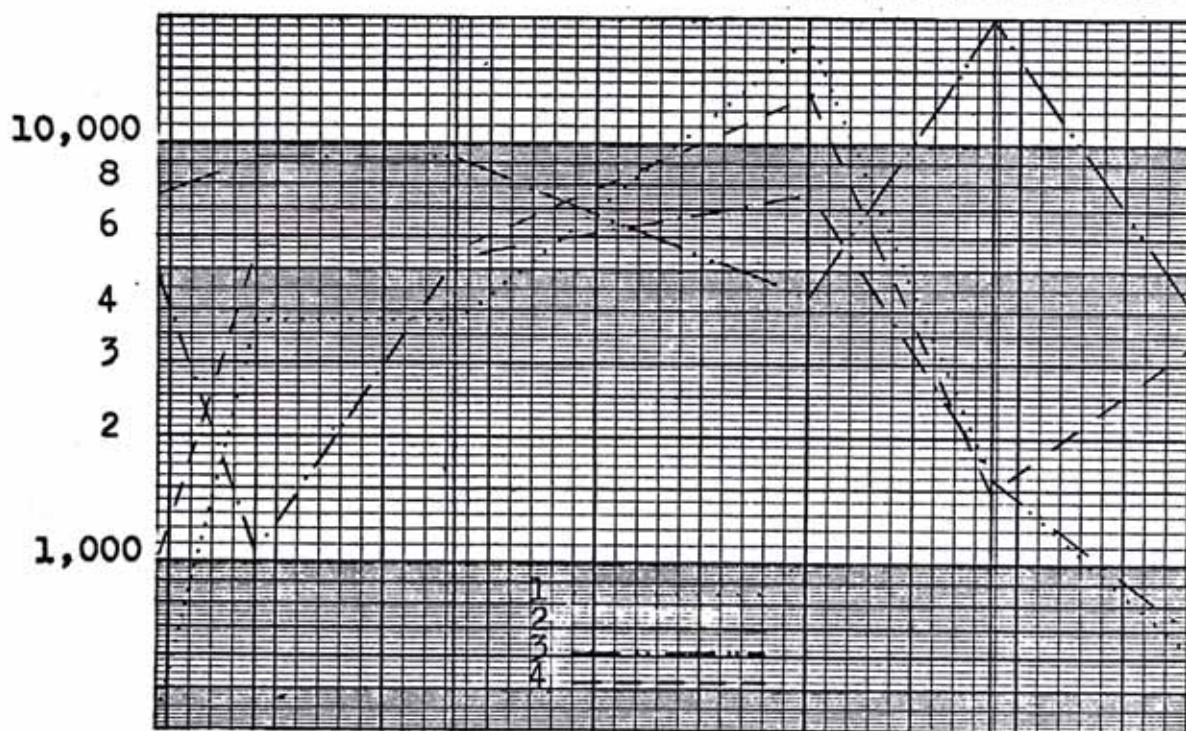
BACTERIAS POR C.C. EN AGAR-AGAR A 37°C

Puntos de Muestreo

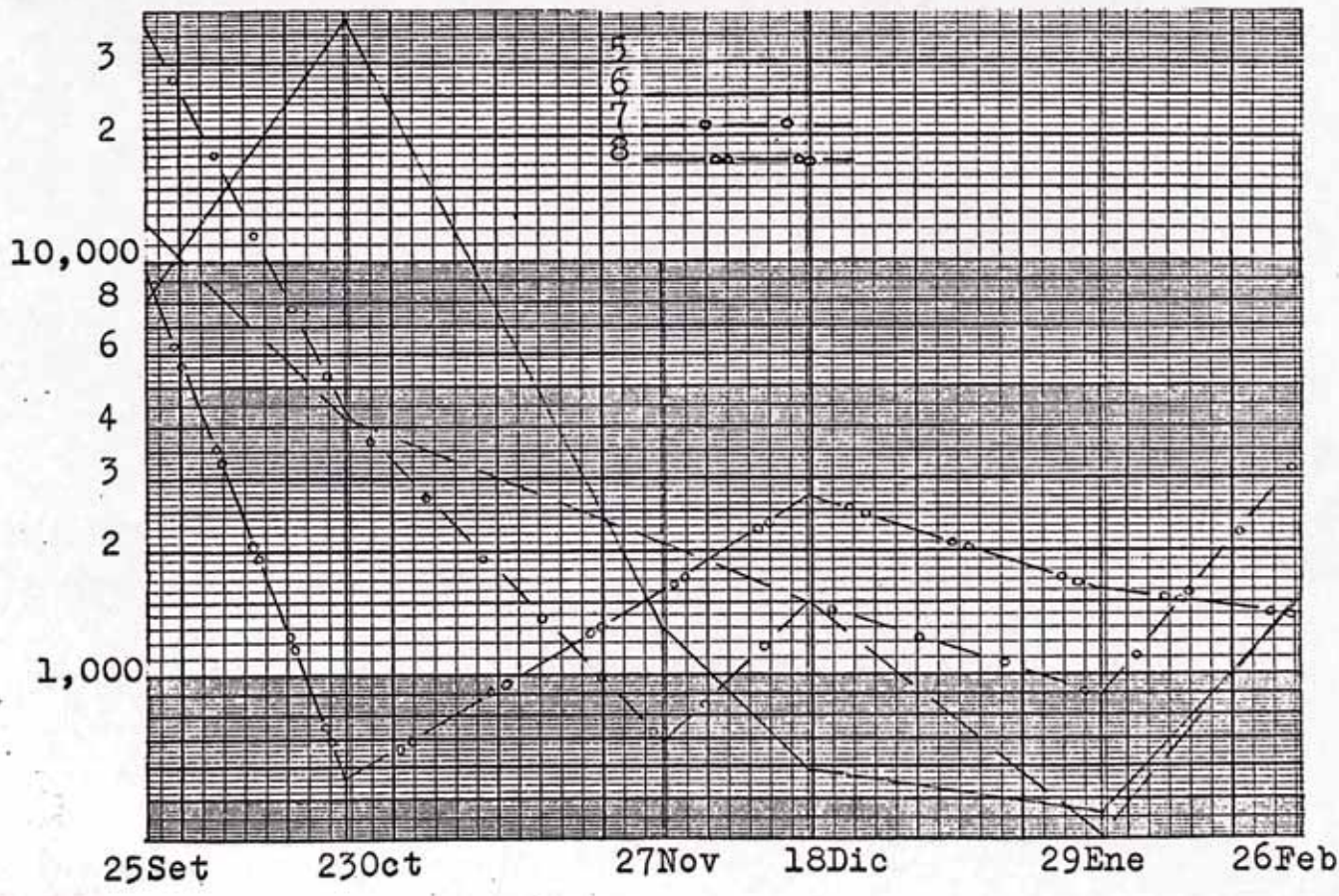
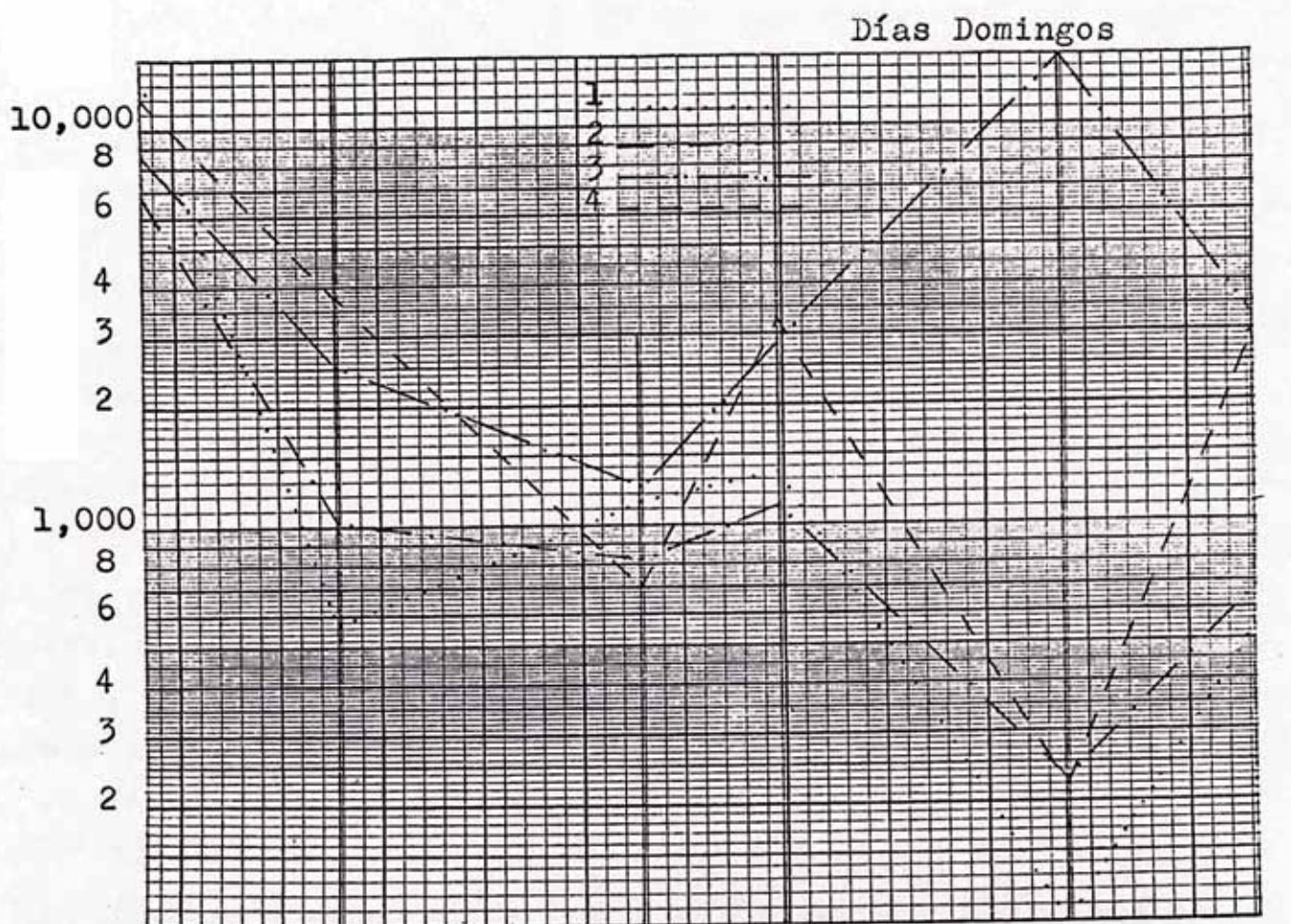


VARIACION DE BACTERIAS POR C.C. EN AGAR-AGAR A 37°C EN LOS
PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

Días Particulares



VARIACION DE BACTERIAS POR C.C.EN AGAR-AGAR A 37° EN LOS PUNTOS DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO



C A P I T U L O V I I

C O N S T A N T E D E A U T O P U R I F I C A C I O N

CALCULO DE LAS CONSTANTES DE AUTOPURIFICACION

Creemos conveniente determinar las constantes de deoxigenación K_1 y de reareación K_2 , ya que ello constituye una de las conclusiones más importantes del estudio de las condiciones preva-
lecientes de polución y de la capacidad de autopurificación del río.

Para determinar la constante K_1 de deoxigenación se tomaron porciones de todas las muestras captadas en una estación y con ellas se formó una muestra compuesta (21-2-67).

Se incubaron entonces diluciones, de manera de poder determinar el D.B.O. a los 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 días; graficándose luego el DBO en el eje de ordenadas y el tiempo en días en el eje de absisa, obteniéndose así el punto de inflexión o cambio de la primera fase o carbonácea a la segunda fase de nutricación aproximadamente a los 22 días.

Los valores de BOD hallados en los diferentes días son los siguientes:

Días	B.O.D.	Días	B.O.D.	Días	B.O.D.	Días	B.O.D.
1	0.5	8	1.95	16	2.40	35	3.05
2	0.8	10	2.00	18	2.45	40	3.55
3	1.1	12	2.15	20	2.54	45	3.40
4	1.4	14	2.30	25	2.50	50	3.05
5	1.6	15	2.35	30	2.70	55	2.90

Con estos datos se determinó la constante K_1 y Lo en su primera etapa, por el método de la "Fracción remanente", método que fué desarrollado por el Ingeniero Alejandro Beunza Gómez.

Resumiendo dicho método:

Lo = concentración inicial del reaccionante

Lt = concentración remanente al cabo de un tiempo t

Yt = concentración que ha reaccionado al cabo de un tiempo t

luego: $L_t = L_o - Y_t \dots \dots \dots (1)$

La velocidad de la reacción es:

$$- \frac{dL}{dt} = K_1 L \dots \dots \dots (2)$$

donde la K_1 es la proporción constante de la reacción

Integrando la ecuación (2), se tiene:

$$\int_{L_o}^{L_t} \frac{dL}{L} = K_1 \int_0^t dt \quad \text{luego:}$$

$$\text{Log } L_o - \text{Log } L_t = K_1 t$$

que puede expresarse de varias formas, tales como:

$$\frac{L_o}{L_t} = 10^{K_1 t} \quad \text{o} \quad L_t = \frac{L_o}{10^{K_1 t}} \dots \dots \dots (\text{parte remanente}) \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{L_t}{L_o} = 10^{-K_1 t} \dots \dots \dots (\text{fracción remanente}) \dots \dots \dots (4)$$

$$Y_t = L_o - L_t; \quad L_o - L_t = L_o - \frac{L_o}{10^{K_1 t}}, \text{ luego}$$

$$Y_t = L_o (1 - 10^{-K_1 t}) \dots \dots \dots (\text{parte oxidada}) \dots \dots \dots (5)$$

$$\frac{Y_t}{L_o} = 1 - 10^{-K_1 t} \dots \dots \dots (\text{fracción oxidada}) \dots \dots \dots (6)$$

Partiendo de la ecuación:

$$Y_t = L_0 (1 - 10^{-K_1 t})$$

que es la ecuación que dá los valores de DBO al cabo de un tiempo, entonces:

$$\text{(DBO 1er. día)} \quad Y_1 = L_0 (1 - 10^{-K_1})$$

$$\text{(DBO 2do. día)} \quad Y_2 = L_0 (1 - 10^{-2K_1})$$

generalizando:

$$\text{(DBO } n^{\text{mo}} \text{ día)} \quad Y_n = L_0 (1 - 10^{-nK_1})$$

Si se divide el valor de la DBO al 2do. día, entre el valor de la DBO al 1er. día, se obtiene Matemáticamente lo siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{Y_2}{Y_1} &= \frac{L_0 (1 - 10^{-2K_1})}{L_0 (1 - 10^{-K_1})} = \frac{1 - 10^{-2K_1}}{1 - 10^{-K_1}} \\ &= \frac{1 - \frac{1}{10^{2K_1}}}{1 - \frac{1}{10^{K_1}}} = \frac{\frac{10^{2K_1} - 1}{10^{2K_1}}}{\frac{10^{K_1} - 1}{10^{K_1}}} = \frac{10^{K_1} (10^{2K_1} - 1)}{10^{2K_1} (10^{K_1} - 1)} \\ &= \frac{10^{K_1} (10^{K_1} - 1)(10^{K_1} + 1)}{10^{2K_1} (10^{K_1} - 1)} = \frac{10^{K_1} + 1}{10^{K_1}} = 1 + \frac{1}{10^{K_1}} \end{aligned}$$

luego:

$$\frac{Y_2}{Y_1} = 1 + 10^{-K_1}$$

ó sea el resultado es la unidad más la fracción remanente del 1er. día (pues de acuerdo a la ecuación (4)

$\frac{Lt}{Lo} = 10^{-K_1 t}$ = fracción remanente del 1er. día). Si a ésta división se le resta 1 se obtiene la fracción remanente del 1er.día. Para otros casos igualmente se tiene:

$$\frac{Y_4}{Y_2} = 1 + 10^{-2K_1 t}$$

$$\frac{Y_6}{Y_3} = 1 + 10^{-3K_1 t} \quad \text{y generalizando:}$$

$$\frac{Y_{2n}}{Y_n} = 1 + 10^{-nK_1 t} \dots\dots\dots (7)$$

De esta forma y partiendo de las determinaciones del laboratorio (DBO, Yt) se pueden calcular las fracciones remanentes y las oxidadas, en procesos que se asimilan a reacciones de Primer Orden o Unimoleculares, como se acaba de demostrar.

Trabajando con las fracciones remanentes, y las oxidadas, el acomodo por el procedimiento estadístico de los "mínimos cuadrados" se simplifica gradamente.

La ecuación de la fracción remanente es:

$$\text{Log } \frac{Lt}{Lo} = - K_1 t$$

De esta manera se determina el valor de K₁ por el método estadístico de los "mínimos cuadrados"; de acuerdo con ese procedimiento obtenemos:

$$K_1 = \frac{-\sum \log Lt/Lo}{\sum t}$$

De igual manera partiendo de la ecuación:

$$Yt = Lo (1 - 10^{-K_1 t}) , \quad \text{obtenemos}$$

$$Lo = \frac{\sum Yt}{\sum Yt/Lo}$$

Los valores que resultan al calcular L_0 y K_1 , serán los - que mejores se acomoden a los resultados del laboratorio, por el método estadístico de los mínimos cuadrados.

Aplicando todos estos conocimientos en nuestro estudio, - vamos a tabular los resultados en la siguiente tabla:

t días (1)	Y_t ppm (2)	$L_t/L_0 + 1$ (3)	L_t/L_0 (4)	Y_t/L_0 (5)	$\lg L_t/L_0$ (6)	$-K_1 t$	K_1 (8)
1	0.50	1.600	0.600	0.400	$\bar{1}.77815$	-0.22185	0.22185
2	0.80	1.750	0.750	0.250	$\bar{1}.87506$	-0.12494	0.06247
3	1.10	1.591	0.591	0.409	$\bar{1}.77158$	-0.22842	0.07614
4	1.40	1.392	0.392	0.608	$\bar{1}.59328$	-0.40672	0.10168
5	1.60	1.250	0.250	0.750	$\bar{1}.39794$	-0.60206	0.12041
6	1.75	1.228	0.228	0.772	$\bar{1}.35793$	-0.64207	0.10701
7	1.85	1.243	0.243	0.757	$\bar{1}.38560$	-0.61440	0.08777
8	1.95	1.230	0.230	0.770	$\bar{1}.36173$	-0.63827	0.07978
9	1.98	1.287	0.287	0.713	$\bar{1}.45788$	-0.54212	0.06023
10	2.00	1.325	0.325	0.675	$\bar{1}.51182$	-0.48812	0.04881
11	2.05	1.253	0.253	0.747	$\bar{1}.40312$	-0.59688	0.05420

$$\sum t = 66 \quad \sum Y_t = 16.98$$

$$\sum \frac{L_t}{L_0} = 6.851 \quad \sum \lg \frac{L_t}{L_0} = \bar{6}.89415$$

$$= -5.10585$$

12	2.15
14	2.30
16	2.40
18	2.55
20	2.65

$$K_1 = \frac{-\sum \log \frac{L_t}{L_0}}{\sum t} = \frac{5.10585}{66} = 0.077$$

$$L_0 = \frac{\sum Y_t}{\sum \frac{Y_t}{L_0}} = \frac{16.98}{6.851} = 2.47 \text{ mg/lt}$$

- 1- Tiempo en días
- 2- DBO observado en mgr/lt
- 3- Fracción remanente más la unidad
- 4- Fracción remanente para cada día
- 5- Fracción oxidada para cada día
- 6- Valores de los logaritmos de L_t/L_0
- 7- Valores de K_1 multiplicado por el tiempo transcurrido
- 8- Valores individuales de K_1 para cada intervalo de tiempo

CALCULO DE LA CONSTANTE REAREACION K₂

El valor de K₂ se calcula en base al valor de la DBO y déficit de oxígeno que el agua tiene al comienzo y al final del sector del río en estudio, en nuestro caso el sector en estudio es el comprendido entre las estaciones número 5 y 6; cuyas características son:

Estación	(5)	(6)
Temperatura	18°C	18°C
Descarga m ³ /seg	66	66
% saturación	87	92.3
Oxígeno disuelto p.p.m.	8.3	8.8
Déficit de O.D. p.p.m.	1.24	0.75

La distancia entre las estaciones 5 y 6 es de 3.5 Kms. siendo la velocidad promedio de las aguas 2.5 m/seg., el tiempo de traslado será:

$$t = \frac{3,500}{2.5} \times \frac{1}{86,400} = 0.0162 \text{ días}$$

Los valores de K₁ y L₀ hallados corresponden a una temperatura de 20°C, luego es necesario hallar dichos valores para una temperatura de 18°C, que es la temperatura del trecho en estudio.

La relación de variación del DBO será (Therisult)

$$L_t = L_{20} [1 + 0.02 (T - 20)]$$

$$L_{18} = 2.47 (1 + 0.02 (-2))$$

$$L_{18} = 2.37$$

y la constante de deoxigenación será (Streeter y Phelps)

$$K_1(t) = K_1(20) \times 1.047^{(T-20)}$$

$$K_1(18) = 0.077 \times 1.047^{-2}$$

$$K_1(18) = 0.070$$

Sustituyendo valores en la ecuación del déficit de oxígeno

$$Dt = \frac{K_1 Lo}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + Da 10^{-K_2 t}$$

$$0.75 = \frac{0.07 \times 2.37}{K_2 - 0.07} (10^{-0.07 \times 0.0162} - 10^{-K_2 t}) + 1.24 \times 10^{-K_2 t}$$

efectuando operaciones y simplificando:

$$\frac{0.75}{K_2 - 0.07} = \frac{0.07 \times 2.37}{K_2 - 0.07} (10^{-0.001134} - 10^{-K_2 t}) + 1.24 \times 10^{-K_2 t}$$

$$0.75 = \frac{0.1659}{K_2 - 0.07} (0.9973 - 10^{-K_2 t}) + 1.24 \times 10^{-K_2 t}$$

$$0.75(K_2 - 0.07) = 0.1659 (0.9973 - 10^{-K_2 t}) + 1.24 \times 10^{-K_2 t} (K_2 - 0.07)$$

$$0.75 K_2 - 0.0525 = 0.165 - 0.1659 \times 10^{-K_2 t} + 1.24 \times 10^{-K_2 t} (K_2 - 0.07)$$

$$0.0525 + 0.165 = 0.75 K_2 + 0.1659 \times 10^{-K_2 t} - 1.24 \times 10^{-K_2 t} (K_2 - 0.07)$$

$$0.2175 = 0.75 K_2 + 0.1659 \times 10^{-K_2 t} - 1.24 \times 10^{-K_2 t} (K_2 - 0.07) \quad (A)$$

Mediante tanteos sucesivos hallamos finalmente $K_2 = 0.072$

$$0.75 \times 0.072 = 0.054$$

$$0.1659 \times 10^{-0.0011664} = 0.1655$$

$$1.24 \times 10^{-0.0011664} \times (0.072 - 0.07) = 0.0024 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} 0.75 \times 0.072 = 0.054 \\ 0.1659 \times 10^{-0.0011664} = 0.1655 \\ 1.24 \times 10^{-0.0011664} \times (0.072 - 0.07) = 0.0024 \end{matrix}} \right\} \begin{array}{l} \text{Reemplazado} \\ \text{en (A)} \end{array}$$

$$0.2175 = 0.054 + 0.1655 - 0.0024$$

$$0.2175 = 0.2171$$

$$0.2175 = 0.2171 \quad K_2 = 0.072$$

Estas constantes de deoxigenación y reareación nos permite hallar la constante de autopurificación para este mismo tramo:

$$f = \frac{K_2}{K_1} = \frac{0.072}{0.070} = 1.028 \text{ a } 18^\circ\text{C}$$

Cálculo de los puntos característicos de la curva de oxigenación.-

- Punto crítico o punto de máximo déficit de O. (Dc, Tc).-

$$K_1 Tc = \frac{-1}{f-1} \lg f \quad (1 - (f-1) \frac{Da}{La})$$

$$0.07 \times Tc = \frac{1}{0.028} \lg 1.028 \quad (1 - 0.028 \times \frac{1.24}{2.37})$$

$$Tc = \frac{1}{0.07 \times 0.028} \times \lg 1.028 \times 0.98572$$

$$Tc = \frac{0.01199 + \bar{1}.99375}{0.00196} = \frac{0.00574}{0.00196} = 2.92 \text{ días //}$$

y el déficit crítico será :

$$\lg Dc = \lg \frac{La}{f} - K_1 Tc$$

$$= \lg \frac{2.370}{1.028} - 0.07 \times 2.92$$

$$= \lg 2.305 - 0.2044$$

$$\lg Dc = 0.36267 - 0.2044$$

$$\lg Dc = 0.15827$$

$$Dc = 1.44 //$$

- Punto de inflexión o punto de máxima recuperación de oxígeno (Ti, Di).-

$$K_1 Ti = \frac{1}{f-1} \lg f^2 \quad (1 - (f-1) \frac{Da}{La})$$

$$0.07 Ti = \frac{1}{0.028} \lg 1.028^2 \times 0.986$$

$$T_i = \frac{\lg 1.0419}{0.00196} = \frac{0.01745}{0.00196}$$

$$T_i = 8.9 \text{ días} //$$

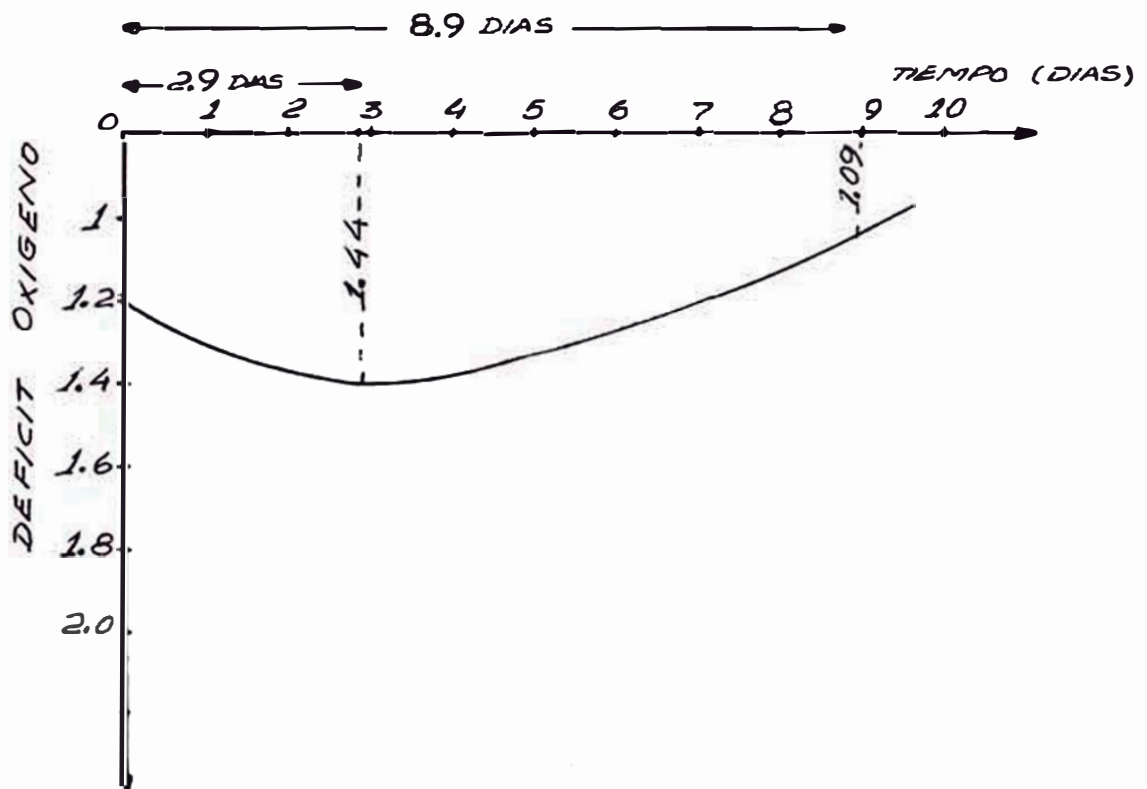
y el Déficit en el punto de inflexión será:

$$D_i = \frac{f + 1}{f^2} L_a \times 10^{-K_1 T_i}$$

$$= \frac{2.028}{1.056} \times 2.37 \times 10^{-0.623}$$

$$= 1.92 \times 2.37 \times 0.24$$

$$D_i = 1.09 //$$



Para finalizar diremos que ésta curva que demuestra las - influencias combinadas de deoxigenación y reaereación solo es representativa para el tramo estudiado, es decir el comprendido entre las estaciones Nº 5 y 6.

Indudablemente para las diferentes épocas del año, éstas curvas serán también diferentes ya que las condiciones de temperatura, caudal, oxígeno disuelto varían grandemente de una época a otra.

C A P I T U L O V I I I

C O N C L U C I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S

8.1.- CONCLUSIONES

- 1.- La polución que se presenta en el Río Rímac se debe a las descargas de las poblaciones situadas a lo largo de su curso, y de algunas fábricas, cuyos desechos son arrojados directamente al río sin previo tratamiento.
- 2.- Las marcadas diferencias entre las épocas de estiaje y de creciente hace que la polución presente en el río sea más fuerte o débil respectivamente.
- 3.- De manera general podemos concluir que los resultados obtenidos en días particulares, no difieren de los efectuados en los días domingos.
- 4.- En el proceso de autopurificación del Río Rímac se puede deducir de los análisis realizados que las aguas del Río Rímac pasa de la 1ra. zona de degradación a la zona de recuperación sin pasar por la 2da. zona de descomposición activa.
- 5.- En ninguna de las estaciones en cualquiera de las dos épocas, se ha observado la ausencia total del O.D., en todo momento se halló valores muy altos. El menor valor apreciado es de 41.50% del valor de saturación de O.D. y corresponde a la época de estiaje.
- 6.- Como consecuencia del alto contenido de O.D. la ausencia de nitritos justifica en todo lo largo del tramo en estudio.
- 7.- De los análisis efectuados se deduce que las características de las aguas en su aspecto químico no representa problemas de gran solución.
- 8.- Los bajos valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y el alto valor del índice coli (N.M.P.), nos hace concluir que la estabilización de la materia orgánica ocurre más rápidamente que la destrucción de coliformes.

9.- La carga bacterial en todo lo largo del río es sumamente alta y ofrece un pliego potencial de infección.

El Tramo Huachipa-Atarjea es el más eficiente como destructor de organismos coliformes.

10.- Tanto en época de estiaje como de creciente las aguas del Rímac mantienen un rango alcalino.

11.- En cuanto a los sólidos, el mayor contenido se presenta en la época de creciente.

Los resultados son numerosos y consistentes; pero aún así no se puede dar este estudio como definitivo ya que no se ha considerado el aspecto tóxico del río.

8.2.- RECOMENDACIONES

Como hemos podido ver, las características físicas y químicas no ofrecen mayores problemas, en cambio la alta carga bacterial hace que la contaminación represente un grave problema.

Este problema indudablemente puede agravarse con el correr del tiempo, ya que las poblaciones aledañas al valle del Rímac, se encuentra en una etapa de expansión y desarrollo, y de no tomarse las medidas necesarias podría traer consecuencias lamentables.

La solución para éstos problemas sería la de prevenir la práctica descontrolada de lanzamiento de desagües domésticos e industriales, mediante las construcciones de colectores y de plantas de tratamiento estratégicamente ubicados, haciendo posible la eliminación de las principales descargas y el saneamiento de las zonas más pobladas; de esta forma se desagravaría la polución existente.

Con este fin se ha realizado varios proyectos de mejoramiento integral, uno de ellos fué elaborado por la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, para el servicio de Agua Potable de Cho-

sica en el año 1965, comprende un período de 30 años y estima que la población de la ciudad alcanzará alrededor de 68,000 habitantes.

La misma Dirección de Obras Sanitarias ha realizado un estudio resultando de ella 2 soluciones: La primera, se refiere a que las ciudades de Moyopampa y la Urbanización Santa María estarán unidas por un emisor que terminaría en una planta de tratamiento; la segunda, solución es semejante a la anterior pero referidas al tramo de los Angeles y Chaclacayo.

Existe otro proyecto publicado en el informe de la Comisión Coordinadora del Sistema Marcapomacocha en el cual se piensa canalizar el tramo entre el puente Balta y Chosica; también emitió otro proyecto según el cual se derivarán las aguas de la laguna de Marcapomacocha para aumentar el caudal del río Rímac, con la cual se solucionaría en parte la demanda que exigía en el futuro.

Actualmente se está construyendo el sistema de desagües de la ciudad de Vitarte y la planta que se construirá en el futuro descargará su afluente al Río Surco, después de la toma de la Atarjea.

Para que toda solución tenga resultados favorables es preciso realizarlos de acuerdo a un estudio técnico-económico.

Como complemento a estas soluciones creemos conveniente la realización de progresivas campañas de saneamiento destinadas a esclarecer la opinión pública y alertar a las autoridades a travez de la divulgación de trabajos bien fundamentados; así mismo se debe despertar conciencia principalmente a las industrias de que la preservación de los recursos hídricos es de interés general.

B I B L I O G R A F I A

- Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Negras Babbit and Bauman
- Ingeniería Sanitaria J. A. Cosculluella
- Stream Sanitation Earle B. Phelps
- Water Supply and Waste Desposal Fair and Geyer
- Standard methods for the examination of wastes, sewage and industrial Health Association
- Tratado de Microbiología Burrows
- Central Hidroeléctrica de Huinco H. Busse
- Centrales Hidroléctricas Empresas Eléctricas Asociadas
- Estudio de Autopurificación del Río Rímac Tesis de Grado del Ing. Roberto Blume
- Manual de Operación de Abastecimiento de agua O.P.S. O.M.S.
- Estudio de la Polución del Río Guaire Revista del Instituto Nacional de Obras Sanitarias - Venezuela
- Boletín de Estadística Meteorología e Hidrología Servicio de Agrometeorología e Hidrología - del Ministerio de Agricultura
- Estudio de la contaminación, polución y autopurificación del Río Rímac Tesis de Grado de las Ingenieras:
Lidia Cánepa
Elsa Freyre
Alda Sihuay

I N D I C E

Capítulo I

- Finalidad del Estudiopag. 1

Capítulo II

- Sector del Río objeto del presente estudiopág. 4

Capítulo III

- Régimen Hidrológico del Ríopag. 9
- Variaciones medias del Caudal del Rimac durante el período de muestreopág. 13
- Estadística Hidrológica durante los últimos 11 años

Capítulo IV

- Ubicación de las estaciones de muestreo y el número de ellaspág. 20
- Ubicación y gastos de las descargas de los desagüespág. 21
- Ubicación y descripción de las estaciones de muestreopág. 22
- Número de Muestraspág. 25
- Tipo de análisis que se llevaron a cabopág. 26

Capítulo V

- Resultados de los análisis que se llevaron a cabopág. 36

Capítulo VI

- Interpretación de los resultadospág. 52
- Características de la contaminación y proceso de purificaciónpág. 53
- Interpretación de valores : Turbidez, Sólidos totales, y Pérdidas por igniciónpág. 55
- Interpretación de la Turbidezpág. 57
- Interpretación de los Sólidos totales y pérdidas por igniciónpág. 62
- Interpretación de la Alcalinidadpág. 70
- Interpretación de los valores del PHpág. 81

-Interpretación de los Cloruros	pág. 87
-Interpretación de los Sulfatos	pág. 93
-Interpretación del Anhídrido Carbónico	pág. 99
-Compuestos Nitrogenados	pág.106
-Interpretación de valores de : Nitrógeno Amoniacal, Nitritos y Nitratos	pág.111
-Nitrógeno Amoniacal	pág.113
-Nitritos	pág.118
-Nitratos	pág.123
-Interpretación del Oxígeno Disuelto y Por centaje de Saturación	pág.128
-Interpretación de la DBO a los 5 días y 20°C	pág.138
-Interpretación del Índice Coli en co- lonias/100 cc (NMP) y del número de bac- terias en Agar-Agar a 37°C	pág.146
-Índice Coli	pág.148
-Bacterias por cc en Agar-Agar a 37°C.....	pág.154
Capítulo VII	
-Constante de Autopurificación	pág.160
Capítulo VIII	
-Conclusiones y Recomendaciones	pág.171
Bibliografía	pág.175