

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA DE DISTRIBUCIÓN
EN LA CLÍNICA DENTAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TESIS PRESENTADA POR:

MARIO ENRIQUE AGUILAR MONTIEL

**ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PÚBLICO
PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE**

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2001

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
09
T(1429)

II

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Decano:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero:	Dr. Manuel Miranda Ramírez
Vocal Segundo:	Dr. Alejandro Ruiz Ordóñez
Vocal Tercero:	Dr. Cèsar Mendizábal Giròn
Vocal Cuarto:	Br. Edgar Areano Berganza
Vocal Quinto:	Dr. Otto Raùl Torres Bolaños

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo
Vocal Primero:	Dr. Manuel Miranda Ramírez
Vocal Segundo:	Dr: Oscar Toralla de Leòn
Vocal Tercero:	Dr. Luis Felipe Paz García Salas
Secretario:	Dr. Otto Raúl Torres Bolaños

ACTO QUE DEDICO**A DIOS**

Por todas las gracias derramadas sobre mi y su infinito amor.

A LA SANTÍSIMA VIRGEN

Por su poderosa intercesión y misericordia.

A MIS PADRES

A mi querido padre (+) que allá gozarás conmigo este triunfo y a ti madre para quien no encuentro palabras de gratitud, que te puedo decir, Gracias.

A MI ESPOSA E HIJOS

por haber compartido este camino y sus vicisitudes.

A MIS HERMANOS

Iris, Vanessa, y en especial Juan Carlos que me brindaste una inestimable ayuda.

A MI ABUELITA

Por su apoyo y sabiduría.

A MI FAMILIA

Tías, tíos, primos(as), sobrinos (as) por su amor.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Jaeggy, Elaine, Ubaldo, Ingrid, Rafa, Alejandro, Mario, Jossie, Romanelli.

Y A LOS QUE SIN HACER MENCIÓN SABEN DE MI GRATITUD Y RESPETO

DEDICO ESTA TESIS**A GUATEMALA****A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA****Y A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA:**

Por ser mi casa de estudios.

A LOS DOCTORES:

Carlos Alvarado Cerezo, Otto Torres Bolaños Oscar Toralla de León, por su Apoyo y Dr. Marvin Maas Ibarra, Dr. Kurt Dahinten Galán, Dr. Jose Lopez Robledo Por su excelencia como catedráticos y por su calidad humana y valiosa ayuda.

A CABRICÁN QUETZALTENANGO**Y**

Por haberme permitido reafirmar mis conocimientos.

EL COLEGIO ASUNCION:**A LOS PACIENTES:**

A quienes debo mi Conocimiento con respeto y cariño.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado **'ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA DE DISTRIBUCIÓN EN LA CLÍNICA DENTAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA'**", conforme lo demandan los reglamentos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

CIRUJANO DENTISTA

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Oscar Stuardo Toralla de León por su asesoría en el desarrollo de la presente investigación y al personal de laboratorio de la Facultad de Farmacia e Ingeniería Sanitaria (USAC)

Y a vosotros miembros del Honorable Tribunal Examinador, aceptad las muestras de mi más alta consideración y respeto.

HE DICHO

ÍNDICE

	PÁG.
SUMARIO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVOS	9
HIPÓTESIS	12
VARIABLES.....	13
REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
RECURSOS Y MATERIALES.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
GLOSARIO.....	60
ANEXOS.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	83

SUMARIO

Esta investigación trata sobre la evaluación de la calidad del agua utilizada en muestras del sistema de distribución de la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, examinando sus características bacteriológica (aspectos de coliformes totales, coliformes fecales, recuento total de bacterias) y fisicoquímica (aspectos de temperatura, pH, y cloro residual). En dos días (lunes 2/7/2001 7:30 y jueves 5/7/2001 15:30 hrs.) en siete puntos del sistema de distribución examinados en forma aleatoria (en este caso una unidad dental de cada área de trabajo de la clínica dental y un grifo del área de cirugía), y en 3 puntos de abastecimiento (dos cisternas y un tanque hidroneumático). Los análisis de laboratorio, fueron realizados por los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Sanitaria, y Facultad de Farmacia (USAC), Y luego los resultados comparados con la Norma para la calidad del agua potable, de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR NGO 29001.

Según los resultados del estudio el estudio fue encontrada contaminación bacteriana que califica al agua como no potable (apta para el consumo Humano)(5,6) en dos muestras el día lunes (cisterna 2 y Unidad dental de diagnóstico) y una muestra el día Jueves (Unidad dental de Diagnóstico). En el aspecto fisicoquímico de cloro residual; se encontró el mismo en un nivel por debajo de lo establecido por la norma en las dos ocasiones, lo cual calificaría el agua en todos los puntos como sanitariamente deficiente a criterio del laboratorio de la Facultad de Ingeniería Sanitaria (USAC). Ante lo cual se recomienda un estudio más completo del sistema de distribución, con el cual se pueda manejar una inferencia estadística, y elevar los niveles de cloro residual, el cual resulta ser el método más propicio de mantener un control adecuado de la calidad del agua eliminando cualquier riesgo de infección por agentes patógenos que puedan utilizar la misma como vehículo o reservorio.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación describe la evaluación de la calidad del agua potable¹ en muestras aleatorias tomadas del sistema de distribución de la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en función de prevenir que al estar contaminada presente un riesgo para los pacientes y personal de la clínica, ya que la misma es usada directamente en los tratamientos dentales que allí se realizan.

La evaluación fue efectuada en dos fechas distintas (Lunes 2/7/2001 por la mañana y Jueves 5/7/2001 por la tarde), en 7 áreas de trabajo (6 unidades dentales y un grifo), y tres puntos de distribución (2 cisternas y un tanque). Adicionando la entrada de agua Municipal el día Jueves. Se analizaron dos de sus características:

¹ Ver glosario

La bacteriológica

En los aspectos de: recuento total de bacterias²(áreas de trabajo únicamente), coliformes totales³, coliformes fecales, y presencia de Escherichia Coli (áreas de trabajo únicamente)⁴ y la

Fisicoquímica

En los aspectos de: pH (potencial de hidrógeno)⁵, cloro residual (utilizado como desinfectante)⁶, y temperatura (en grados centígrados).

Los datos resultantes de la evaluación fueron comparados con los límites para el uso del agua potable en Guatemala según la norma COGUANOR NGO 29001(5,6). Los valores fisicoquímicos permanecieron dentro los parámetros de la norma, a excepción del cloro

² ver glosario

³ ver glosario

⁴ ver glosario

⁵ ibidem

⁶ ibidem

residual (0.2mg/L Lunes, 0mg/L el día Jueves). Los bacteriológicos, mostraron contaminación (la cual califica al agua como no potable Según la norma) en dos muestras el día Lunes (Unidad dental de diagnóstico y cisterna 2) y una muestra el día Jueves (unidad dental de Diagnóstico).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aguas tratadas sin protección sanitaria (Cloración, etc.) pueden contener microorganismos capaces de producir enfermedades. El número de bacterias coliformes puede actuar como indicador de la existencia de estos microorganismos y como un buen índice de la calidad bacteriológica del agua. Siendo ésta un vehículo potencial de transmisión de enfermedades y habiendo parámetros establecidos nacionalmente, se considera importante evaluar las características microbiológicas y físicoquímicas del agua de distribución de la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos, de esta manera se estará actuando de manera profesional en el tratamiento de la salud oral de los pacientes que acuden a la misma.

JUSTIFICACIÓN

El prevenir que microorganismos patógenos (que son capaces de producir una enfermedad), utilicen el agua potable de la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala como vehículo o reservorio, puesto que el agua es usada directamente en los procedimientos dentales de los pacientes (en forma de aerosol, como irrigante, etc.), e infecten a los usuarios de la misma, demuestra la necesidad de llevar a cabo este estudio. La característica bacteriológica, en los aspectos: de recuento total de bacterias⁷, presencia o ausencia de bacterias del grupo coliforme totales y fecales⁸, funcionan como indicadores del grado de seguridad bacteriológica del agua, y puede ser fácilmente comparados con los estándares usados nacional e internacionalmente (recuento total de bacterias de 500ufc/ml en el caso de Guatemala) (2,3,4,6)

La característica físico-química en sus aspectos de Ph, cloro residual y temperatura⁹ (con límites máximos aceptables de 7.0 a 8.5, 0.3 a

⁷ Ver glosario

⁸ ver glosario

⁹ ibídem

0.5mg/litro, y 18.0 a 30 grados C. Respectivamente) (2) son fácilmente comparables con los estándares nacionales y se relacionan directamente con las bacterias, favoreciendo o restringiendo la cantidad de las mismas presentes en el agua (10), además pueden controlarse para ejercer estas funciones, de las cuales obviamente la más adecuada en este caso es restringir al mínimo deseable las bacterias presentes disminuyendo con ello el riesgo de una infección.

Básicamente el estudio fue dirigido a prevenir que enfermedades infecciosas se diseminen por medio del agua y puedan afectar tanto a los pacientes que acuden a la clínica para realizarse sus tratamientos dentales, como también a los Bachilleres y personal docente que los realiza, y por medio de los resultados el tomar medidas correctivas o no según fuere el caso.

OBJETIVOS

General:

Determinar las características bacteriológica y fisicoquímica del agua de distribución en la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos:

Analizar la característica Bacteriológica en los aspectos de:

Recuento total de bacterias:

Es el cómputo del número total de colonias desarrolladas (en la suposición que una bacteria da origen a una colonia) en agar nutritivo incubado $35(+/-) 0.5^{\circ}\text{C}$. en un período de $24(+/-) 2$ horas. Y que debe tener un valor no mayor de 500 microorganismos por cm. cúbico.

Ausencia o presencia de coliformes totales:

Que comprende todas las bacteria en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $35^{\circ}\text{C}(\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ en menos de 48 horas. Características cuando se investigan por el método de los tubos de fermentación. Los cuales no deben de estar presentes en ninguna de las muestras.

Ausencia o presencia de E. Coli:

Que pertenece al grupo de los coliformes fecales. Los cuales deben estar ausentes de la muestra.

Analizar la característica Fisicoquímica en los aspectos de:

Potencial de Hidrógeno (Ph):

El cual mide la concentración de iones hidrógeno con límites máximos permisibles de 6.2 – 9.2.

Temperatura :

La cual nos indica el grado de calor en los cuerpos con un límite máximo permisible no mayor de 34°C.

Cloro residual libre:

Que es aquella porción del cloro residual total que sea libre y sirve como medida de la capacidad para oxidar la materia orgánica, con un límite máximo permisible de 0.6-1.0 mg/litro.

HIPÓTESIS

En el sistema de distribución del agua de la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el agua no cumple con las normas de calidad establecidas nacionalmente, lo cual será manifestado en las muestras aleatorias tomadas del sistema, para las características bacteriológica y fisicoquímica y sus aspectos contemplados en este estudio.

VARIABLES

Independiente:

Agua de distribución en la Clínica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dependientes:

Evaluación Bacteriológica y físicoquímica del agua de distribución de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Recuento total de bacterias de cada muestra:

Es el cómputo del número total de colonias desarrolladas (en la suposición que una bacteria da origen a una colonia) en agar nutritivo incubado $35(+/-) 0.5^{\circ}\text{C}$. en un período de $24(+/-) 2\text{Hrs}$. Y que debe tener un valor no mayor de 500 microorganismos por cm cúbico.

Ausencia o presencia de E. Coli en cada muestra:

Que pertenece al grupo de los coliformes fecales. Los cuales deben estar ausentes de la muestra.

Potencial de Hidrógeno (Ph) en cada muestra:

El cual mide la concentración de iones hidrógeno con límites máximos permisibles de 6.2 – 9.2 .

Temperatura de cada muestra:

La cual nos indica el grado de calor en los cuerpos con un límite máximo permisible no mayor de 34°C .

Cloro residual libre en las muestras elegidas para el efecto:

Que es aquella porción del cloro residual total que sea libre y sirve como medida de la capacidad para oxidar la materia orgánica, con un límite máximo permisible de 0.6-1.0 mg/litro.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Características generales de las bacterias:

Las bacterias son encontradas casi universalmente en el suelo, agua y aire. El número de Bacterias en cualquiera de estos ambientes depende del abastecimiento de alimentos, humedad y temperatura.

La unidad usada para medir bacterias es el micrón el cual es equivalente a 1/25,000 de pulgada, las bacterias que se encuentran en los abastecimientos de agua se encuentran entre 1 y 4 micrones de largo (7).

1.2 Clasificación de las bacterias:

Las bacterias son generalmente clasificadas, de acuerdo a su forma en los siguientes tres grupos: Las redondas o esféricas, cocos, las ovaladas llamadas bacilos, y las que tienen forma espiral llamadas espiroquetas. (7).

1.3 Reproducción y resistencia a la destrucción.

Las bacterias se multiplican por división celular simple, la célula original se divide en dos partes iguales, y cada célula recién formada crece hasta su tamaño total y luego se divide, en presencia de humedad y una temperatura de 60 grados centígrados la mayoría de las bacterias morirán en 10 minutos. En un ambiente seco, a una temperatura de 170° C. podrían mantenerse por 1 hora.

La luz del sol es un poderoso agente antibacteriano, y el agua que es almacenada en lugares expuestos al mismo, reduce grandemente la cantidad de bacterias presentes en el agua. La congelación mata a la mayoría de las bacterias patogénicas, pero el hielo que es hecho con agua contaminada puede contener bacterias dañinas. Algunas bacterias cuando son sometidas a condiciones adversas desarrollan una pared mas resistente, formando una espora, en este estado son capaces de resistir calor, falta de alimento y la acción de los químicos por un período largo de tiempo.

Para matar las esporas es necesario aplicar vapor bajo presión,

usualmente, una presión de 15 libras por pulgada cuadrada a una temperatura de 122 grados centígrados durante 10 a 15 minutos.(7)

1.4 Origen y variedad de las bacterias aisladas en el agua:

El agua natural constituye un reservorio de microorganismos, recibe y arrastra partículas cargadas de bacterias, de tal modo que en las cercanías de las grandes poblaciones incluso el agua de lluvia es portadora de un elevado número de microorganismos. Sin embargo, la mayoría de los microorganismos sobreviven períodos de tiempo al presentarse procesos de autodepuración, sobreviviendo únicamente los pertenecientes a la microbiota autóctona.(Pseudomonas, Bacillus, Coliformes). Entre el grupo de bacterias más adaptadas al suelo y al agua que pueden aislarse por métodos microbiológicos convencionales se encuentran numerosas bacterias esporuladas del género Bacillus. Las bacterias productoras de pigmentos fluorescentes pertenecientes al grupo Pseudomonas. En ocasiones estas bacterias pueden resistir tratamientos de cloración permaneciendo viables en aguas almacenadas. (2)

Por otra parte en el agua existen bacterias del grupo coliforme, siendo teóricamente enterobacterias, como *Citrobacter*, con un hábitat natural sobre restos vegetales y suelo. Desde allí pueden llegar alcanzar el agua sin que ello signifique necesariamente una contaminación fecal, una pequeña fracción de materia orgánica en el agua le permite multiplicarse constituyendo de este modo una microbiota prácticamente constante. (2)

Todos los coliformes se caracterizan por el potente metabolismo fermentativo de los azúcares. Son aeróbicos facultativos, pero bajo condiciones normales de cultivo en el laboratorio su activo metabolismo determina el rápido agotamiento del oxígeno disponible y con ello la utilización de materia orgánica como aceptor terminal de electrones, eventualmente en conjunción con otros sistemas de respiración anaerobias; *Escheria Coli* es el biotipo característico de este tipo de grupo. Ocasionalmente, la población natural de bacterias entéricas puede contener organismos relacionados con *E. Coli* pero con propiedades patógenas definidas, como los miembros de los géneros *Salmonella*.(2)

Los roedores suelen tener reservorios de bacterias pertenecientes al género leptospira que alcanzan el agua a través de la orina; la contaminación en el agua para beber es mínima porque las leptospiras son destruidas rápidamente por el jugo gástrico.(2) Dentro del grupo de coliformes se incluyen aquellas enterobacterias que fermentan lactosa de los géneros Klebsiela, Citrobacter, Enterobacter, y Escheria Coli. Las bacterias patógenas más importantes procedentes de excretas humanas que pueden alcanzar el agua y en cierto modo utilizarla como vehículo de transporte son: Vibrio Cholerae, capacidad de los miembros del género Shigella para transmitirse por el agua, aunque su viabilidad es inferior a las citadas anteriormente.(2)

Respecto a la identificación de bacterias aisladas del agua y la frecuencia con que estas se presentan, se puede notar que el 30% del total de la población bacteriana son patógenos oportunistas, como las Aeromonas, que ocupan el segundo lugar de especies bacterianas en el agua de distribución clorada ocupando el primer lugar de apareamiento en ríos. Otros patógenos oportunistas son:

el *Flavobacterium*, y *Acinetobacter*, que comprenden un 25 % de las poblaciones bacterianas en el agua de distribución.(2)

1.5 De la contaminación bacteriana y su relación con los tratamientos dentales:

Actualmente hay varias instancias y organizaciones que se encuentran trabajando en el aspecto de la contaminación bacteriana del agua de uso en las unidades dentales una de ellas es la Asociación Dental Americana (ADA por sus siglas en inglés). Desde que la ADA publicó el primer reglamento para las líneas de agua en unidades dentales (DUWLs por sus siglas en inglés), muchos estudios han sido publicados que indican que la meta de la ADA para el año 2,000 para la calidad del agua de uso rutinario en tratamientos dentales es alcanzable (200 unidades formadoras de colonias por mililitro). Las legislaciones estatales (EEUU) están también tomando interés en el tema; una multa fue introducida en California que juzgaría como conducta no profesional para el

dentista, el usar agua que no cumpla con las metas de la ADA para el año 2000.(1)

1.5.1 Cuál es el riesgo?

Mientras que la presencia de biofilm (es una acumulación microbiana heterogénea adherente de las paredes de las tuberías de agua) y los altos niveles de contaminación en los DUWLs¹⁰ es indiscutible, las preguntas de algunos doctores hacia este resultado han sido "Bueno y que?" o preguntar " dónde están los cuerpos?" o "donde esta la ciencia para probar que este es un resultado serio?". Es verdad que pocos reportes bien documentados, de casos de enfermedad asociada con agua contaminada durante el tratamiento dental han sido publicados o sugeridos, y que el fenómeno propone un pequeño riesgo para la mayoría de los individuos inmunocompetentes. Como sea, una bien designada retrospectiva evaluación ha demostrado, que el personal dental, esta en mayor riesgo por

¹⁰ ver glosario

exposición potencialmente patogénica de bacterias como las legionelas. Además puede plantearse la siguiente interrogante:

Cuántos sujetos consentirán tener tratamientos dentales con agua que podría no cumplir con los estándares nacionales para el agua usada en las piscinas? (1).

En cuanto a la contaminación bacteriana un estudio en los EEUU reporto que todas las unidades dentales estaban contaminadas con al menos 5 tipos de bacterias frecuentemente: Sphingomonas, Pseudomonas, Methilobacterium, L. Neumophilia, y algunas especies de Legionela y micobacterias no tuberculosas.(1) (anexo 1)

Ha sido registrada la infección por Pseudomonas de pacientes inmunocomprometidos y legionelliasis en dentista de California.

(1). Para efectos de comparación debe recordarse también que en los EEUU no esta permitido el utilizar el agua potable de uso común para realizar tratamientos dentales (1,3,4), medida que no es tomada en cuenta en Guatemala.

1.5.2 Descripción de la cantidad de unidades formadoras de colonias por mililitro en distintas muestras para comparar:

Nieve recién caída de la montaña.....	0
Agua de lluvia de la ciudad.....	19
Agua clara de río.....	64
Agua contaminada de río.....	2166
Agua de cloaca.....	1000000-100000000(1)

1.6 Algunas de las enfermedades que pueden adquirirse por medio de agua de uso dental contaminada:

1.6.1 Hepatitis A:

Virus icosaédrico de ARN, sin cubierta relativamente termoestable y difícil de cultivar, incubación de 2 a 6 semanas, inicio agudo, afecta en especial a niños, por lo general es leve y su transmisión es fecal-bucal. Se produce a menudo en epidemias asociadas con un suministro deficiente de agua, pero pueden presentarse brotes

pueden presentarse brotes esporádicos en instituciones y también por el consumo de moluscos. (11)

1.6.2 Abscesos:

Es una forma importante de sépsis y en ocasiones son difíciles de diagnosticar y tratar, cualquier componente de la flora normal del intestino puede ser implicada en los abscesos hepáticos o abdominales. (11)

1.6.3 Cólera:

Lo producen dos vibriones, el vibrio cholerae clasico y el biotipo *el tor* producen cólera estos son ingeridos en el alimento en agua, y si sobreviven a la barrera ácida jugo gástrico, comienzan a multiplicarse en el contenido intestinal, y llegan a adherirse a las células epiteliales del intestino delgado (11)

1.6.4 Disentería:

El genero *Shigella* contiene cuatro grupos : *Shigella dysenterae*, *flexnery*, *boydii* y *soneii*. La disentería bacilar es muy diferente a la disentería amebiana, que es causada por la

Entoameba histolítica. La disentería bacilar se produce por ingestión de los microorganismos. Los bacilos se adhieren a las células epiteliales de las vellosidades mucosas, se multiplican dentro de ellas y se dispersan a las células adyacentes. Las células infectadas mueren y se produce una reacción inflamatoria en la submucosa y en la lámina propia con la consecuente sangre, pus y moco.

1.6.5 Gastroenteritis Infantil:

Que puede ser causada por Escheria coli y Rotavirus.

1.6.6 Enfermedad Helmíntica:

La diarrea puede ser causada por céstodos, ascárides y fasciolas o tremátodos.

1.6.7 Enfermedades diarreicas causadas por protozoarios:

Incluyen a la disentería amebiana causada por la Entoameba histolytica que es un peligro en los trópicos y las regiones subtropicales.

1.6.8 Fiebre entérica:

El término fiebre entérica incluye a la tifoidea y las paratifoideas y son causadas por *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi*, B YC. Respectivamente. El origen de las infecciones tíficas y paratíficas es el intestino humano, ya sea de un enfermo o de un portador, por las vías hídricas, alimenticias o fecal-bucal.(11).

El Cuadro de la siguiente pagina contiene los Agentes patógenos Presentes en el agua que se transmiten por vía oral y su importancia para el abastecimiento. (9)

Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en el agua ^c	Resistencia al cloro ^a	Dosis infecciosa relativa ^d	Reservorio animal importante
Campilobacter Jejuni, C. Coli Escherichia	Considerable	Moderada	Baja	moderada	Sí
Escherichia coli patógeno	Considerable	Moderada	Baja	Alta	Sí
Salmonella Thiphi	Considerable	Moderada	Baja	Alta ^b	No
Otras Salmonellas	Considerable	Prolongada	Baja	alta	Sí
Shigella spp.	Considerable	Breve	Baja	Moderada	No
Vibrio Cholerae	Considerable	Breve	Baja	Alta	No
Yersinia	Considerable	Prolongada	Baja	Alta ^(?)	Si
Pseudomonas aeruginosa	Moderada	Pueden multiplicarse	Moderada	Alta(¿)	No
Aeromonas	Moderada	Pueden multiplicarse	Baja	Alta(¿)	No

virus

Adenovirus	considerable	¿	Moderada	Baja	No
Enterovirus	considerable	Prolongada	Moderada	Baja	No
Hepatitis A	Considerable	¿	Moderada	Baja	No

^c Período de detección de la fase infecciosa en el agua a 20°C: Breve, Hasta 1 semana; moderada, de 1 semana a 1 mes; prolongada, mas de 1 mes.

^a Cuando la fase infecciosa se encuentra en estado libre en el agua tratado con dosis y tiempos de contacto tradicionales. Resistencia moderada; el agente Puede no quedar completamente destruido; Resistencia baja, el agente queda completamente destruido.

^d La dosis necesaria para causar infección en el 50% de los voluntarios adultos sanos; en el caso de algunos virus, puede bastar con una unidad infecciosa.

^b Según los resultados de Experimentos con seres humanos voluntarios. La principal vía de infección es el contacto cutáneo, pero los enfermos de cáncer o con inmuno supresión pueden ser infectados por la vía oral.

^(?) No conocido o confirmado.

Cuadro 1 (continuación)					
Hepatitis Transmitida por vía entérica virus de la hepatitis ni A ni B, Hepatitis E	Considerable	¿	¿	Baja	No
Virus de Norwalk	Considerable	¿	¿	Baja	No
Rotavirus	Considerable	¿	¿	Baja	No
Virus Pequeños y redondos	moderada	¿	¿	Baja (¿)	No
Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en el agua	Resistencia al cloro	Dosis infecciosa relativa	Reservorio animal importante
Protozoarios					
Entoameba Histolítica	Considerable	Moderada	Alta	Baja	No
Giardia Intestinalis	considerable	Moderada	Alta	Baja	Sí
Cryptosporum Parvum	Considerable	Prolongada	Alta	Baja	Sí
Helmintos					
Dránculus Medinenses	Considerable	Moderada	Moderada	Baja	Sí

2. De la situación actual de distribución del agua potable:

El agua que se usa actualmente en las unidades dentales de algunas áreas de la Facultad de Odontología proviene directamente del servicio de agua potable municipal así como de un pozo que abastece a la Ciudad Universitaria en caso de escasez o falla del

sistema municipal, en el edificio de facultad esta es almacenada en tres tanques y dos cisternas subterráneas por medio de los cuales el líquido es distribuido al edificio a través de una bomba hidroneumática.(anexo 2)

3. Exámen bacteriológico del agua:

Las aguas tratadas inapropiadamente o sin protección sanitaria pueden contener microorganismos patógenos. Las bacterias coliformes que no son patógenas se asocian con los microorganismos patógenos y son un buen índice del grado de seguridad bacteriológica del agua. Las bacterias coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas y si se encuentran ausentes en el agua existe una seguridad razonable de la afirmar que el agua es bacteriológicamente segura.(5) Las muestras rutinarias para los exámenes bacteriológicos, deben recolectarse de puntos representativos en el sistema de distribución, el número de muestras que se examina por mes debe basarse en el total de la población servida. (5,6). Los aspectos que fueron analizados son:

3.1 Grupo coliforme total:

Comprende todas las bacterias en forma de bacilos, aerobios y anerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 35 grados C. (+,-) 0.5 grados C. En menos de 48 horas, características cuando se investigan por el método de tubos de fermentación.(5)

3.2 Grupo coliforme fecal:

Se define como los bacilos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44 grados C (+,-) 0.1 °C. En menos de 24 horas, características cuando se invetigan por el método de los tubos múltiples de fermentación.(5)

Todas las bacterías que originan colonias oscuras (verde dorado, con brillo metálico o colonias rosadas con un punto obscuro en el centro de la colonia), en un período de 24 horas, a 35°C., característica cuando se investiga por el método de las membranas de filtración.(5)

3.3 Recuento total de bacterias:

Es el cómputo del número total de colonias desarrolladas (en la suposición que una bacteria de origen a una colonia) en agar nutritivo incubado a 35 y 20 grados C., en un período de 24 horas.(5)

4. Métodos de análisis.

4.1 Método de fermentación en tubos múltiples:

Este método determina la presencia y el número de bacterias coliformes mediante la siembra de una Serie de porciones de un volúmen determinado de muestra en tubos que contengan un medio favorable de cultivo. La prueba progresa a través de tres fases, una fase de prueba presuntiva, la prueba confirmativa y la prueba completa. (5).

El método de los tubos múltiples se basa en leyes de probabilidades y se utiliza para obtener una estimación del número de bacterias en una muestra que se expresa como el número más probable (NMP). Requiere la siembra inicial en medios de cultivo de

una o más porciones de volúmen determinado de muestra y la aplicación de ensayos con un cultivo cualitativo adecuado a cada porción. Para cada porción se busca una respuesta positiva o negativa en relación con la presencia de bacterias coliformes (5)

5 Características Bacteriológicas para certificar la calidad del agua potable.

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes en término de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina, con esta finalidad se establecen estas alternativas:

Límites según se indique por las muestras que se examinen, la presencia de microorganismos del grupo coliforme por el método de los tubos múltiples de fermentación no deben exeder los siguientes límites:

- a) Cuando se examinan porciones de 10 cm cubicos, no más del 10% deben mostrar en cualquier mes, la presencia del grupo coliforme. No será permisible la presencia del grupo coliforme en tres o más de

las porciones de 10 cm cúbicos de una muestra normal cuando ocurran:

- a.1) En dos muestras consecutivas.
- a.2) En mas de una muestra mensual cuando se examinan menos de 20 muestras, o
- a.3) En más de cinco por ciento de las muestras, cuando se examinan mensualmente mas de 20 muestras.(5,6)

- b) Debe haber ausencia de E. Coli.(coliformes fecales)(5)
- c) Un número mayor de 500 microorganismos por cm cúbico en el recuento total de bacterias es señal de que deben tomarse medidas correctivas e indica la necesidad de una inspección sanitaria completa del sistema de abastecimiento para determinar cualquier fuente de contaminación(5).

6. Características y especificaciones físicas y químicas:

El agua debe tener las características de calidad para que sea potable existe un límite máximo aceptable, que es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique daño a la salud del consumidor. Un límite máximo permisible (LMP) es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua arriba de la cual, el agua no es adecuada para consumo humano(5).

6.1 Introducción a la química del cloro:

El cloro se utiliza muy ampliamente en aguas y drenajes, como agente oxidante y como desinfectante. Como agente oxidante se le emplea para el control de sabor y olor y para la eliminación de color en el tratamiento de aguas municipales (oxidación de compuestos orgánicos); se utiliza para la oxidación de cianuros; en drenajes domésticos su uso incluye el control de olor, la oxidación de sulfuros, la eliminación de amoníaco y la desinfección. Como desinfectante se

aplica en el tratamiento de aguas potables municipales y para la desinfección de aguas residuales. El cloro también se emplea para el control de lamas o incrustaciones biológicas, en aplicaciones de tratamiento de aguas industriales como son torres de enfriamiento y desinfección selectiva y se utiliza para el control de microorganismos filamentosos, en el tratamiento de aguas residuales con lodos activados. El cloro también tiene gran aplicación como desinfectante en piscinas en ciertas condiciones pueden formarse compuestos indeseables cuando el cloro reacciona con materia orgánica. (12).

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso mas importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en el siguiente cuadro se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción del cloro residual total que sea "libre" y sirve como medida de la capacidad para oxidar la materia orgánica.(5)

Relación entre cloro residual libre y sus respectivos límites máximos aceptables y límites máximos permisibles(5)

Substancia	LMA	LMP
Cloro residual libre	0.3-0.5 MG/l	0.6-1.0 mg/l

El límite Máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5mg/L, después de por lo menos 30 min. de contacto a un pH menor de 8.0 con el propósito de reducir en un 99% la concentración de Escherichia Coli y ciertos virus.(5,6)

En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar.(6)

6.2 Introducción al pH:

El pH de las aguas es factor importante en la conducción de estas ya que un pH óptimo de 7.4 no desgasta tuberías, filtros, etc. El control de pH debe ser periódico debido a que el cloro que se agrega para desinfectar a las aguas puede aumentar o disminuir con el por reacciones consecutivas. En piscinas se aconseja que el pH sea de 7.4 pues a dicho pH se inhibe la formación de monocloraminas que tienen un efecto irritante para los ojos y mucosas (8).

La acidez de una solución acuosa depende de la concentración de iones hidrógeno o hidronio. La acidez de las soluciones que participan en una reacción química con frecuencia tiene importancia crítica especialmente las reacciones bioquímicas. La escala de acidez por pH se inventó para llenar la necesidad de un modo numérico sencillo y cómodo para expresar la acidez de la solución. La designación del pH se deriva del término potencial

hidrógeno que fue su dominación inicial. Ahora sólo se usan las iniciales pH.(8)

El pH del agua pura 25 grados centígrados es 7 y se dice que es neutra; es decir, ni ácida ni básica porque las concentraciones de H y OH son iguales. Las soluciones que contienen mas iones H que iones OH tienen valores pH menores que 7 y las soluciones que contienen menos iones H que iones OH tienen valores pH mayores que 7. (8)

En algunas plantas las características del agua cambian constantemente y las cantidades de los químicos pueden ser cambiados de acuerdo para una satisfactoria situación bajo estas circunstancias es conveniente tener prácticamente un continuo monitoréo de la concentración de ión hidrogeno del agua de abastecimiento el método de electrométrico y un aparato potenciómetro indica el valor del pH a cada instante. (7).

6.3 De la temperatura:

Una temperatura de 50 grados F. Es satisfactoria, pero una temperatura de mas de 60 grados F es objetable en agua para tomar (7)

Características físicas que fueron evaluadas. Límite máximo aceptable y límite máximo permisible que debe tener el agua potable.(5,6)

Características	LMA	LMP
PH	7.0-8.5	6.5-9.2
TEMPERATURA	18gC-30gC	no mayor de 34gC

RECURSOS Y MATERIALES.**Humanos:**

Br. Mario Enrique Aguilar Montiel

Asesor: Dr. Oscar Stuardo Toralla de León

Materiales:

De laboratorio:

Equipo de laboratorio de la facultad de Farmacia

Equipo de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Sanitaria

Bolsas de recolección de muestras Thio-bag

Frascos de vidrio para recolección de muestras para ph

Potenciómetro para medición de ph

Termómetro de mercurio

Medidor de cloro residual por método colorimétrico.

De escritorio:

Hojas de papel bond

Lapiceros

Computadora

Impresora

Tinta de Impresora

Diskettes de computadora

Presupuesto:

Materiales de escritorio.....Q	200.00
Pago exámenes de laboratorio.....Q.	1260.00
Pago impresión de tesis.....Q	600.00
Bolsas de recolección.....Q	150.00
Gastos varios..... Q	<u>150.00</u>
Total.....	Q2,360.00

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del análisis microbiológico de las muestras:

Recuento total de bacterias:

La mayoría de los sitios de muestreo se encontraron dentro de los límites normales (menor de 500 ufc/ml)(5)(tabla 1), dado que en la Norma Coguanor del año 2000(6) no se incluye el aspecto de recuento total de bacterias, el mismo no aparece en las muestras analizadas por el laboratorio de la facultad de Ingeniería Sanitaria (cistena 1 y 2, tanque), cuyo personal no lo realizó bajo ese criterio. También es de hacer notar que las muestras de el *grifo de cirugía y unidad dental de diagnóstico* en día *Jueves* fueron repetidas en 3 ocasiones a petición del personal del laboratorio de la facultad de farmacia, por el alto índice de contaminación presente en el mismo, de manera que en la tercera ocasión fue flameada la boquilla del grifo, además del procedimiento de desinfección utilizado en las otras muestras (pag. 12) influyendo en que esta lectura bajara, y fuera registrada la medición detallada en el informe en fecha de día *Jueves* (tabla 1), mientras que la *unidad de Diagnóstico* no varió el

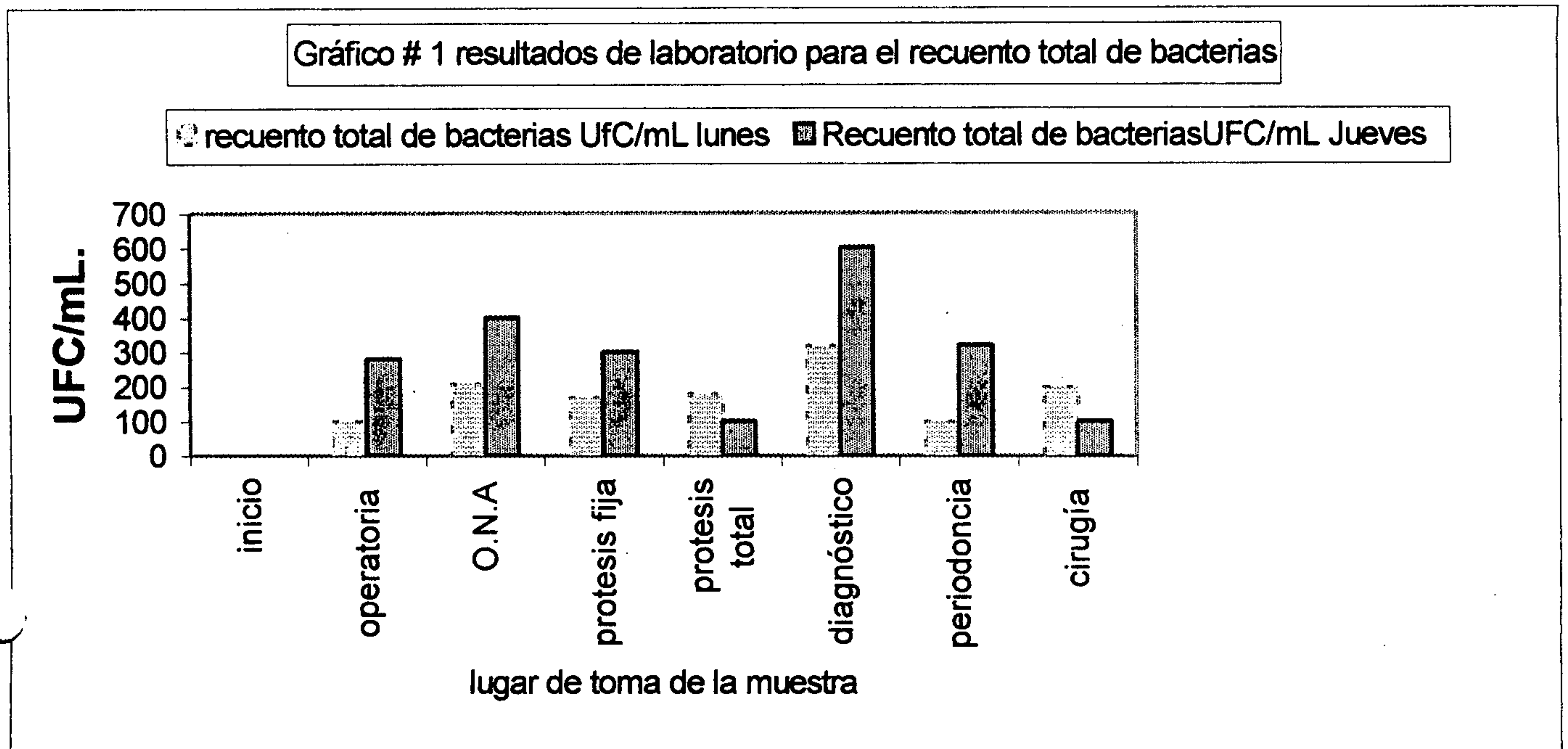
resultado en las repeticiones, siendo la lectura más alta en día *Jueves* lo que la calificó como no potable (5). (tabla y gráfica # 1) Esto demostró que en el caso de el *grifo de cirugía* la boquilla del mismo estaba sumamente contaminada con bacterias produciendo lecturas sumamente altas en el análisis de la muestras. La tabla # 1 enseña los resultados encontrados para el recuento total de bacterias en los dos días de muestreo:

Tabla #1

Lugar de toma De muestra	de la muestra	Recuento total De bacterias UFC-mL	Recuento total de bacterias UFC-mL
		Lunes	Jueves
Un. Operatoria	Dent.	100	280
Un. O.N.A.	Dent.	210	400
Un. prótesis fija	Dent.	170	300
Un. Prótesis total	Dent.	180	100
Un. Diagnóstico	Dent.	320	600*
Un. Periodoncia	Dent.	100	320
Grifo de cirugía		200	100

La tabla 1 nos indica los lugares de muestreo, días de toma de la muestra y los respectivos valores encontrados en los análisis realizados por el laboratorio de la facultad de farmacia de la USAC. Valores en unidades formadoras de colonias por mililitro: en la suposición de que una bacteria da origen a una colonia, en un cultivo de agar nutritivo incubado a 35 y 20 grados c en 24 horas. (5,6) *valor mas alto encontrado en área diagnostico

La gráfica # 1 nos ilustra los datos obtenidos y su distribución en barras, siendo notablemente mas alta la lectura obtenida en la *unidad de diagnostico* en día *jueves*, también 5 de las 7 lecturas en día *jueves* fueron mas altas lo cual también pudo haberse debido a la nula cantidad de cloro residual ese día por la tarde:



Gráfica # 1: lugares de muestreo y su respectiva distribución en la gráfica de barras,
 La lectura con nombre inicio fue solo por motivo de mejorar la visión del gráfico.
 Se nota la regularidad de los resultados obtenidos a excepción de la unidad de Diagnóstico que fue la lectura más alta.
 5 de los siete recuentos fueron más altos en día Jueves.

Coliformes totales, fecales y aislamiento de E. Coli:

Como se explicó anteriormente los valores normales para este aspecto son de manera resumida: Número más Probable Menor de 2 por cada 100 mililitros cuando se evalúa por el método de los tubos múltiples de fermentación¹¹(norma COGUANOR NGO 29001, 1985 Y 2001)(5,6) y un resultado negativo para la identificación de E. Coli.

El día *Lunes* fue encontrada contaminación de coliformes totales por arriba del límite normal(5,6)en *la unidad de diagnóstico y en la cisterna 2* (tabla y grafica #2), esto califica al agua como no potable puesto que la presencia de estos microorganismos es señal de que los procesos de cloración han fallado o se encuentran deficientes y pueden permitir la subsistencia en el medio acuoso de bacterias con potencial patógeno.

Es preocupante que una de esta lecturas pertenezca a uno de los depósitos de distribución(*cisterna 2*). El hecho es que la *cisterna 2* por

¹¹ En la prueba de los quince tubos: Se examinan 5 tubos con porciones de 10mL, 5 tubos con porciones de 1mL, y 5 tubos con porciones de 0.1mL. (todos de la misma muestra) La ausencia de gas en todos los tubos se expresa como numero más probable menor de 2.0coliformes en 100 mL, lo que se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

En caso de haber formación de gas en uno o más tubos deberá observarse en cuales y de que volumen, después consulta las tablas de la norma COGUANOR para calcular el resultado.

el sistema en que funciona el abastecimiento, retiene el líquido en reserva por mucho más tiempo que la cisterna 1, que es la que provee primeramente a el sistema de distribución (seguido de la cisterna 2 y si esta se acaba; seguirá el tanque aéreo) y de igual manera es el orden en que son llenadas por la entrada de agua municipal. Debido a que el agua de la cisterna 1 es la que permanece en más movimiento mientras que las otras dos es menor, pudo haberse evitado que fuera detectada una contaminación mayor el día *Lunes*, dado que el agua de la *cisterna 2* todavía no era utilizada, sino hasta aproximadamente el día *Miercoles* cuando disminuye el caudal y no hay suficiente agua en la cisterna 1.

En el caso de el *área de diagnostico* la contaminación fue registrada en los dos muestreos (tabla y grafica #2), con presencia de coliformes totales lo que la califica como no potable(5,6) aunándose también el alto recuento total de bacterias el día *Jueves*, esto puede sugerir algún grado de contaminación en las tuberías de distribución o en las de la unidad dental, en realidad el valor esta ligeramente alto por lo que podría deducirse tambien fallo en el proceso de cloración del agua, sin embargo aunque en este estudio no fue tomada en cuenta la

turbidez de las muestras, en esa unidad era notoriamente alta y se percibía a simple vista.

Para los aspectos de identificación del grupo coliforme total, fecal y E.

Coli La tabla # 2 muestra los resultados obtenidos las dos fechas:

Tabla # 2

lugar de toma de la muestra	Día lunes			Día Jueves		
	Coliformes Totales NMP/100ml	coliformes fecales NMP/100ml	aislamiento de E.Coli	coliformes totales NMP/100ml	Coliformes Fecales NMP/100ml	aislamiento de E.Coli
Un. Dent. Operatoria	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Un. Dent. O.N.A.	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Un. Dent.prótesis fija	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Un. Dent. Prótesis total	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Un. Dent. Diagnóstico	5	<2	Negativo	5	<2	negativo
Un. Dent. Periodoncia	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Chorro de cirugía	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Tanque	<2	<2	Negativo	<2	<2	negativo
Cisterna 1	<2	<2	Negativo	<2	<2	Negativo
Cisterna 2	13	2	Negativo	<2	<2	Negativo
entrada abastecimiento				<2	<2	Negativo

Resultados de laboratorio para las muestras tomadas en las dos fechas de muestreo.

NMP: Numero Mas Probable, cuyo valor normal es menor de dos una lectura mas alta identifica la muestra como no potable.

para el E.Coli los resultados deben ser siempre negativos (5,6)

Resaltados en Gris valores superiores.

En el caso de los coliformes fecales en día Lunes en la cisterna 2, identifica que en una prueba confirmativa para estas bacterias, se encontró su presencia en uno de los tubos de ensayo de 10mL. (de 5 en

total)(Tabla y gráfico #2). Este dato pudo ser fortuito o deberse a contaminación real, debe recordarse que el cloro residual se encontraba bajo en ese día, además de que el tiempo de almacenamiento del agua fue más largo (todo el fin de semana), con todo, son necesarias un mayor número de pruebas para confirmar la importancia de este dato, el cual podría manejarse como fortuito ante la mirada de los escépticos, los cuales sin embargo tampoco pueden descartar una contaminación con una base científica sólida; considerándose necesaria una cuidadosa evaluación de este aspecto. Según la OPS en sus guías para la calidad del agua potable (9) Jamás ha de hacerse caso omiso de la presencia de E. Coli i de bacterias coliformes termorresistentes ya que siempre existe la posibilidad de que el agua haya sido contaminada por materias fecales y el tratamiento(cloración etc.) haya resultado inéficaz.

(9)

El gráfico # 2 nos ilustra los resultados obtenidos, donde las notables excepciones pertenecen a la cisterna 2 y la unidad de diagnóstico lugares donde fueron obtenidos resultados altos.

Gráfico # 2 distribución coliformes fecales

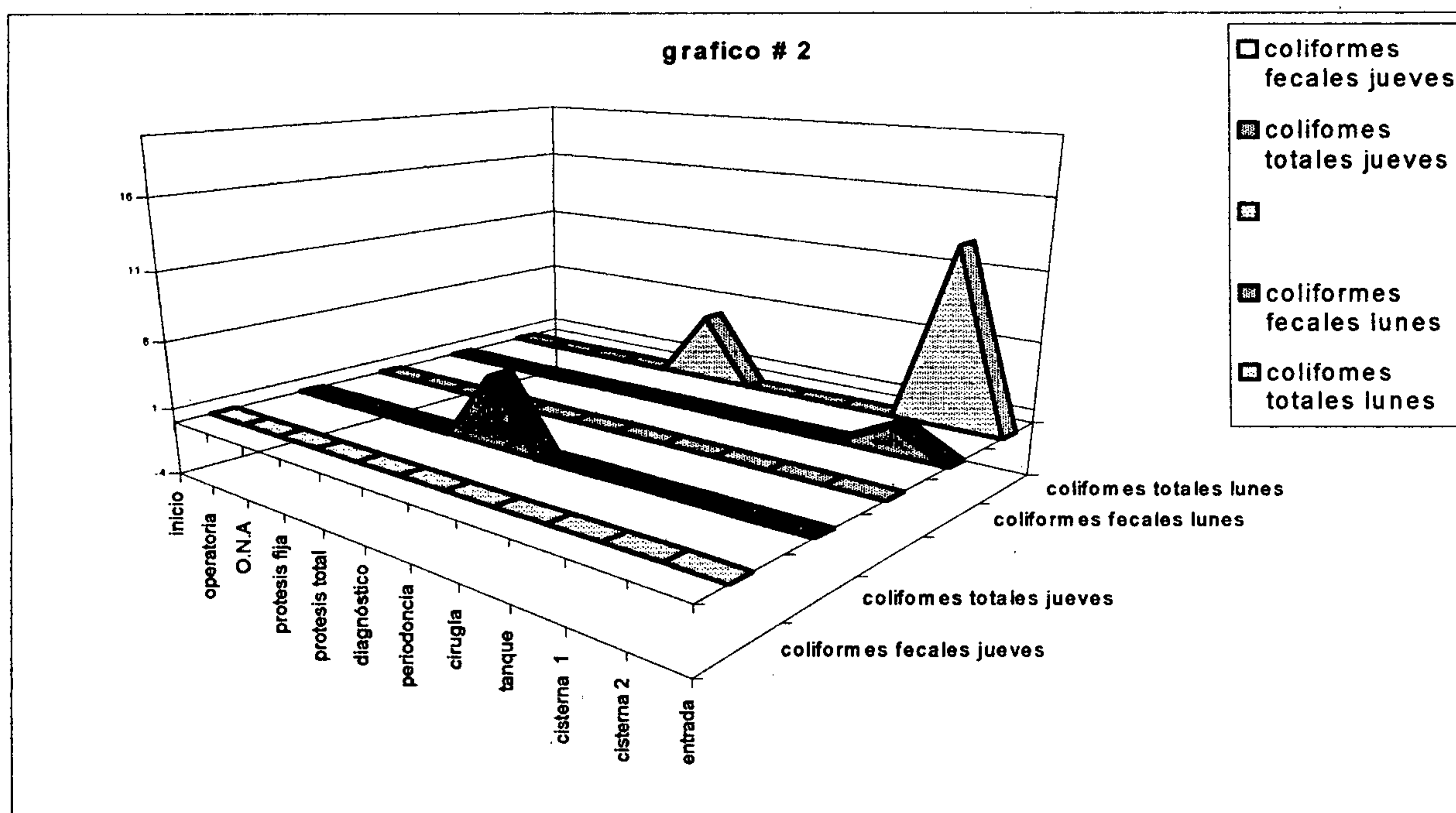


Gráfico # 2 que nos muestra la distribución de los resultados obtenidos para esta característica, se nota la distribución uniforme de la mayoría de los sitios de muestreo (valores de NMP menor de 2) las notables excepciones corresponden a la unidad de diagnóstico (Lunes y Jueves) y la cisterna 2 (Lunes)

La Escherichia Coli, es una bacteria que pertenece a la familia de las Enterobacterias(que viven en el tracto gastrointestinal) y abundan en las heces de origen Humano y animal, se encuentra en todas las aguas residuales, los afluentes tratado y suelos naturales que han sufrido contaminación fecal reciente, ya sea procedente de seres humanos, de operaciones agrícolas o de animales y pájaros salvajes. (9) En las pruebas de identificación para ella en el presente estudio no fue encontrada ninguna positiva. Lo cual descarta su presencia.

Resultados para la característica Físico-química: pH y temperatura.

En cuanto al aspecto de la temperatura se mantuvo en un margen aceptable según la Norma, encontrándose en 22°C el día lunes en todos los puntos y en 20° C el día jueves(tabla y gráfica #3). En cuanto al aspecto de potencial de hidrógeno se mantuvo dentro de los parámetros normales para todos los lugares de muestreo y ligeramente mas alto el día Jueves en la mayoría, y en el tanque 1 (hecho que pudo deberse al material con que el mismo esta construido).

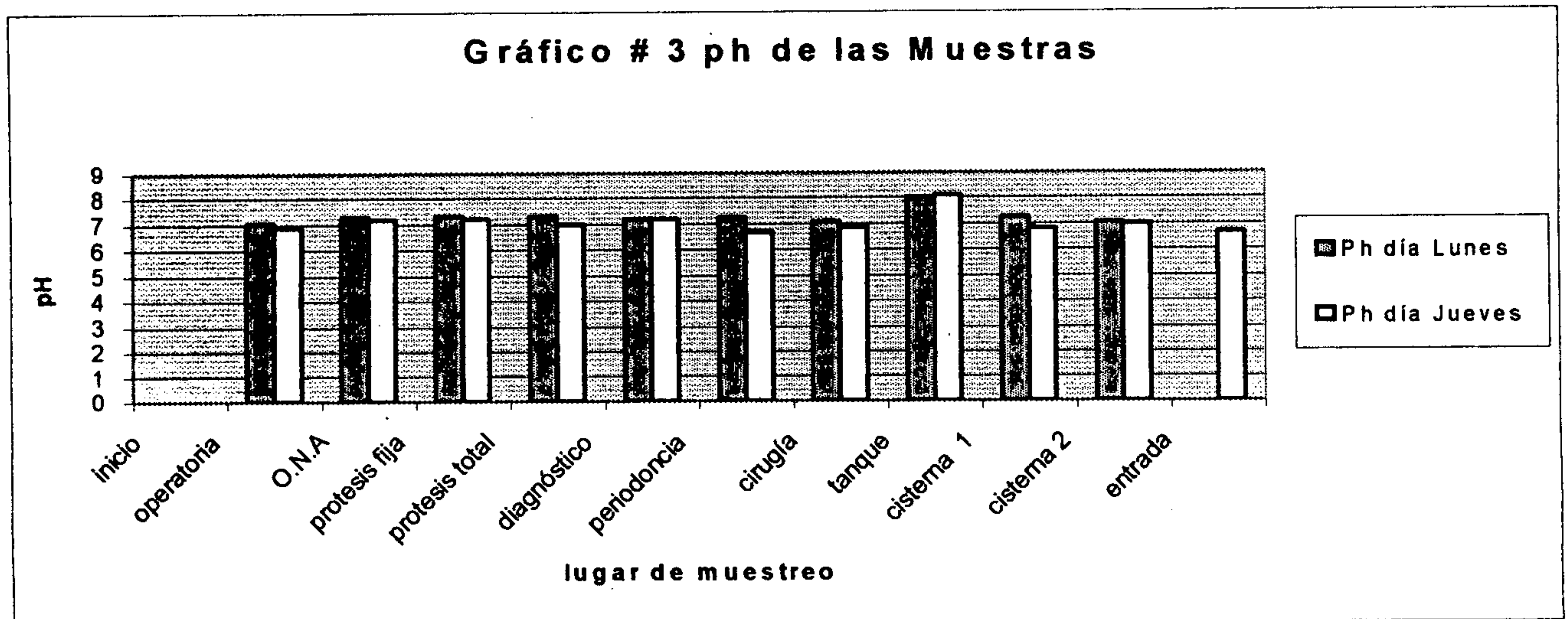
La tabla # 3 muestra los datos encontrados:

Tabla # 3

		Lunes		Jueves	
fecha	lugar de toma de la muestra	temperatura °C	Potencial De hidrogeno	temperatura °C	potencial de hidrogeno
2/7/01	Un. Dent. Operatoria	22°C	7.03	20°C	6,90
2/7/01	Un. Dent. O.N.A.	22°C	7.28	20°C	7,20
2/7/01	Un. Dent.prótesis fija	22°C	7.31	20°C	7,22
2/7/01	Un. Dent. Prótesis total	22°C	7.29	20°C	6,99
2/7/01	Un. Dent. Diagnóstico	22°C	7.19	20°C	7,20
2/7/01	Un. Dent. Periodoncia	22°C	7.26	20°C	6,70
2/7/01	Chorro de cirugía	22°C	7.07	20°C	6,86
2/7/01	tanque	22°C	8.02	20°C	8,10
2/7/01	cisterna1	22°C	7.26	20°C	6,80
2/7/01	cisterna2	22°C	7.03	20°C	7,00
19/7/01	entrada abastecimiento			19°C	6.66

Mediciones realizadas en el lugar de toma de la muestra con termómetro con escala de -50 a 250°C, Potencial de hidrogeno Realizado en laboratorio de Ingeniería sanitaria USAC.

El Gráfico # 3 nos muestra el comportamiento del pH de las distintas muestras analizadas, a criterio del laboratorio de la facultad de ingeniería sanitaria se realizó el día Jueves el análisis en el punto de entrada de agua municipal a la cisterna 1:



Distribución del ph de las muestras se nota la uniformidad de los resultados los cuales permanecieron dentro de los rangos normales (5,6) el tanque 1 fue ligeramente mas alcalino.

De acuerdo con los resultados obtenidos (tabla y gráfica # 3) el Ph y La temperatura permanecieron dentro de los rangos establecidos por la norma el pH del tanque fue ligeramente superior a el de los demas en las dos ocasiones y la temperatura varió 2°C lo cual no es significativo y no afecta en definitiva el comportamiento de las bacterias, el pH tampoco supone un impedimento u obstáculo a la disolución ó acción del cloro según la norma.

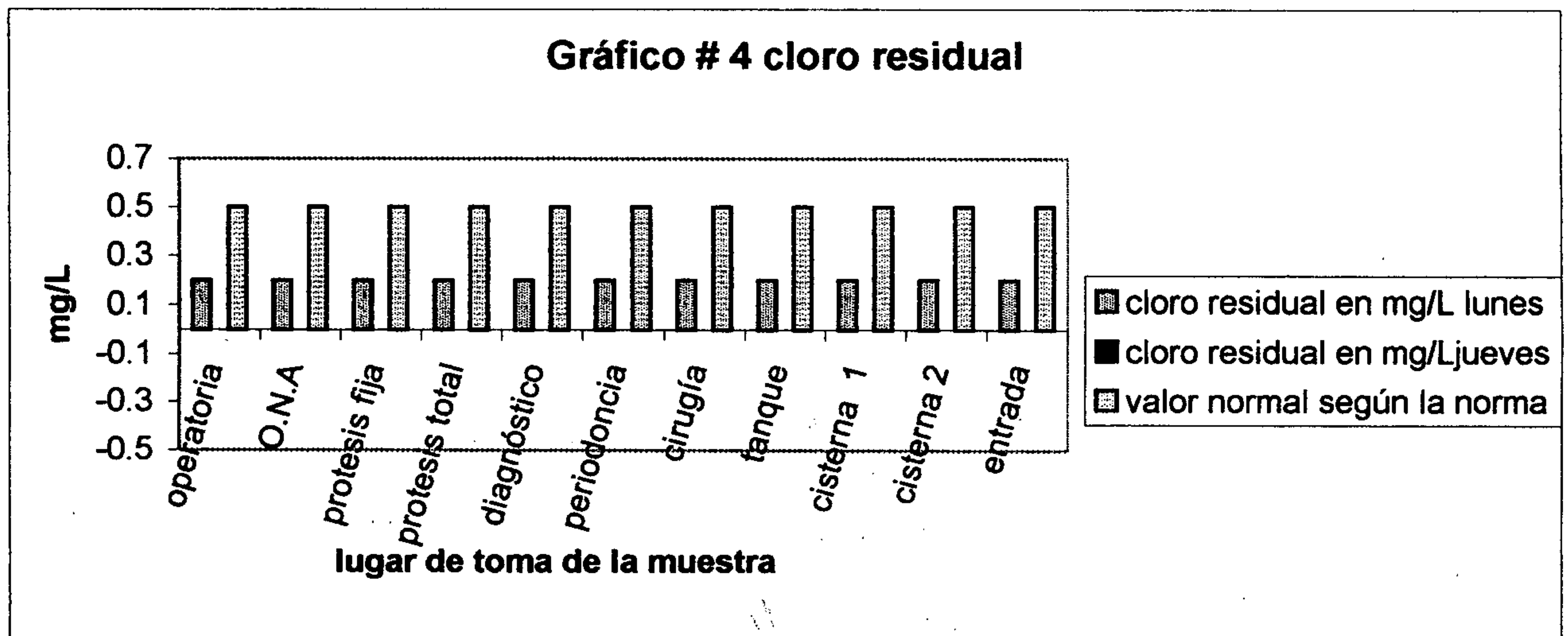
Cloro residual:

En cuanto al cloro residual este se encontró por debajo de los límites recomendados por la Norma el día *lunes* en *cisterna 1* y *áreas de trabajo*, y el día *Jueves* no hubo lectura del mismo (gráfica y tabla #4), esto puede deberse probablemente al hecho de que exista mezcla en el agua de abastecimiento ya que la misma es proporcionada por el sistema municipal y por el pozo de la ciudad universitaria (a la cual no se le aplica ningún tratamiento de cloración), por lo cual se puede deducir que al llegar el agua el del sistema municipal de abastecimiento (con niveles de cloro aceptables) se mezcla con el residuo de agua de pozo (sin ningún contenido de cloro) diluyendo el cloro residual presente. sin embargo este aspecto debe ser confirmado, ya que el día jueves no se detectó cloro en la entrada de agua con lo cual se presume que en esa ocasión el sistema estaba siendo abastecido con agua de pozo o el agua municipal no tenía cloro.

La tabla # 4 nos muestra los resultados obtenidos en la lectura del cloro residual en las dos fechas de muestreo, y el valor mínimo permisible :

Tabla # 4

	operatoria	O.N.A	prótesis fija	prótesis total	diagnóstico	periodoncia	cirugía	tanque	Cisterna 1	cisterna 2	entrada
cloro residual en mg/L lunes*	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
cloro residual en mg/Jueves	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
valor normal según la norma	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5



El Gráfico # 4 nos ilustra el comportamiento del cloro en las dos fechas y su comparación con el límite máximo permisible, siendo notable lo inferior de los valores encontrados en los muestreos

A criterio del Personal del Laboratorio de la Facultad de Ingeniería sanitaria también se concluye que en los muestreos de las dos fechas, el

agua, se presenta como sanitariamente deficiente además de no cumplir con el límite mínimo de cloro residual (dictado por la norma COGUANOR)(5,6) y que para ellos en este caso debería estar entre 0.7mg/L y 1mg/L, para las cisternas y el tanque de agua, dada la cantidad de personas que hacen uso de la misma y los procedimientos con ella realizados.

CONCLUSIONES:

- 1) El día lunes en las muestras tomadas en cisterna 2 y Unidad dental de Diagnóstico se encontró un número ligeramente alto de bacterias coliformes totales (fecales ligeramente por encima del límite en cisterna 2) lo cual califica el agua como no potable y por lo tanto no apta para consumo humano dado el alto riesgo de la misma de contener microorganismos patógenos.(5,6,9)
- 2) El día Jueves se encontró en la muestra tomada en la unidad dental de Diagnóstico un número ligeramente alto de bacterias coliformes así como un recuento total de bacterias arriba de lo establecido por la norma, lo cual califica el agua como no potable y por lo tanto no apta para consumo humano dado el alto riesgo de la misma de contener microorganismos patógenos.(5,6)
- 3) El cloro residual de las muestras en los dos días permaneció por debajo del límite establecido por la norma COGUANOR NGO 29001 y a criterio del laboratorio de la Facultad de ingeniería Sanitaria(USAC) debe estar por encima de los 0.7mg/L a 1mg/L por lo cual se puede considerar el agua como sanitariamente deficiente.(5,6)

RECOMENDACIONES:

- 1) Realizar una inspección sanitaria completa de la red de distribución, tomando en cuenta una porción estadísticamente significativa de la misma para hacer estudios comparativos que puedan concluir sobre la contaminación real de el agua o lo accidental de la misma en las muestras tomadas en este estudio.
- 2) Elevar los niveles de cloro residual en toda la red de abastecimiento hasta los niveles mínimos de la Norma COGUANOR NGO29001 (0.5mg/L) o los niveles recomendados por el personal del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (USAC) de 0.7mg/L a 1mg/L.(5,6)
- 3) Determinar los días o momentos en los cuales la red de distribución es abastecida por el pozo de la Ciudad Universitaria (USAC) para así tomar las medidas pertinentes del caso, debido a la nula presencia de cloro en la misma y a la subsecuente mezcla con el agua de abasto municipal que debilita el contenido de cloro al diluirlo.
- 4) Ejercer un control especial sobre la unidad dental del área de Diagnóstico para verificar su contaminación, si la misma fue

accidental o es constante, y producto de contaminación; además de extenderse a las unidades cercanas.

- 5) Dado los complejos mecanismos y costos de los procesos para los exámenes Bacteriológicos y fisicoquímicos completos es más recomendable el monitoreo del cloro Residual, el cual es simple no muy costoso (por el método colorimétrico), y no requiere mucho tiempo. Ya que es el ingrediente que actúa como desinfectante en el tratamiento del agua para hacerla potable.

GLOSARIO

Agua potable:

Es aquella que por sus características de calidad especificadas en la norma COGUANOR NGO 29001, es adecuada para el consumo humano.

Cloro libre residual:

Es aquella porción del cloro residual total que sea "libre" y que sirve como medida de la capacidad para óxidar la materia orgánica.

DUWLs:

Dental Unit Waterlines(Lineas de distribución de agua de las unidades dentales).

Límite máximo aceptable:

Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud de los consumidores.

Límite máximo permisible:

Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.

Ph:

La acidez de una solución acuosa depende de la concentración de iones hidrógeno o hidronio. La acidez de las soluciones que participan en una reacción química con frecuencia tiene importancia crítica especialmente las reacciones bioquímicas. La escala de acidez por pH se inventó para llenar la necesidad de un modo numérico sencillo y cómodo para expresar la acidez de la solución. La designación del pH se deriva del término potencial hidrógeno que fue su denominación inicial. Ahora sólo se usan las iniciales pH.(7)

Temperatura:

Grado de calor en los cuerpos.

Grupo coliforme que comprende:**Grupo coliforme total:**

Comprende todas la bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos no esporulados que fermentan la

lactosa con producción de ácido y gas a $35^{\circ}\text{C}(\pm)0.5^{\circ}\text{C}$ en menos de 48 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos de fermentación.

Grupo coliforme fecal:

Se define como los bacilos, Gram negativos, no esporulados que fermentan lactosa con producción de ácido y gas a $44^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. en menos de 24 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación.

Todas la bacterias que originan colonias oscuras (verde dorado, con brillo metálico o colonias rosadas con un punto obscuro en el centro de la colonia) en un período de 24horas a 35°C , características cuando se investiga por el método de las membranas de filtración.

Grupo estreptococo fecal:

Bacterias de forma redondeada, agrupadas en forma de cadena, que provocan una coloración púrpura en el fondo de los tubos o una turbiedad densa a 35°C en un período de 24 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos de fermentación.

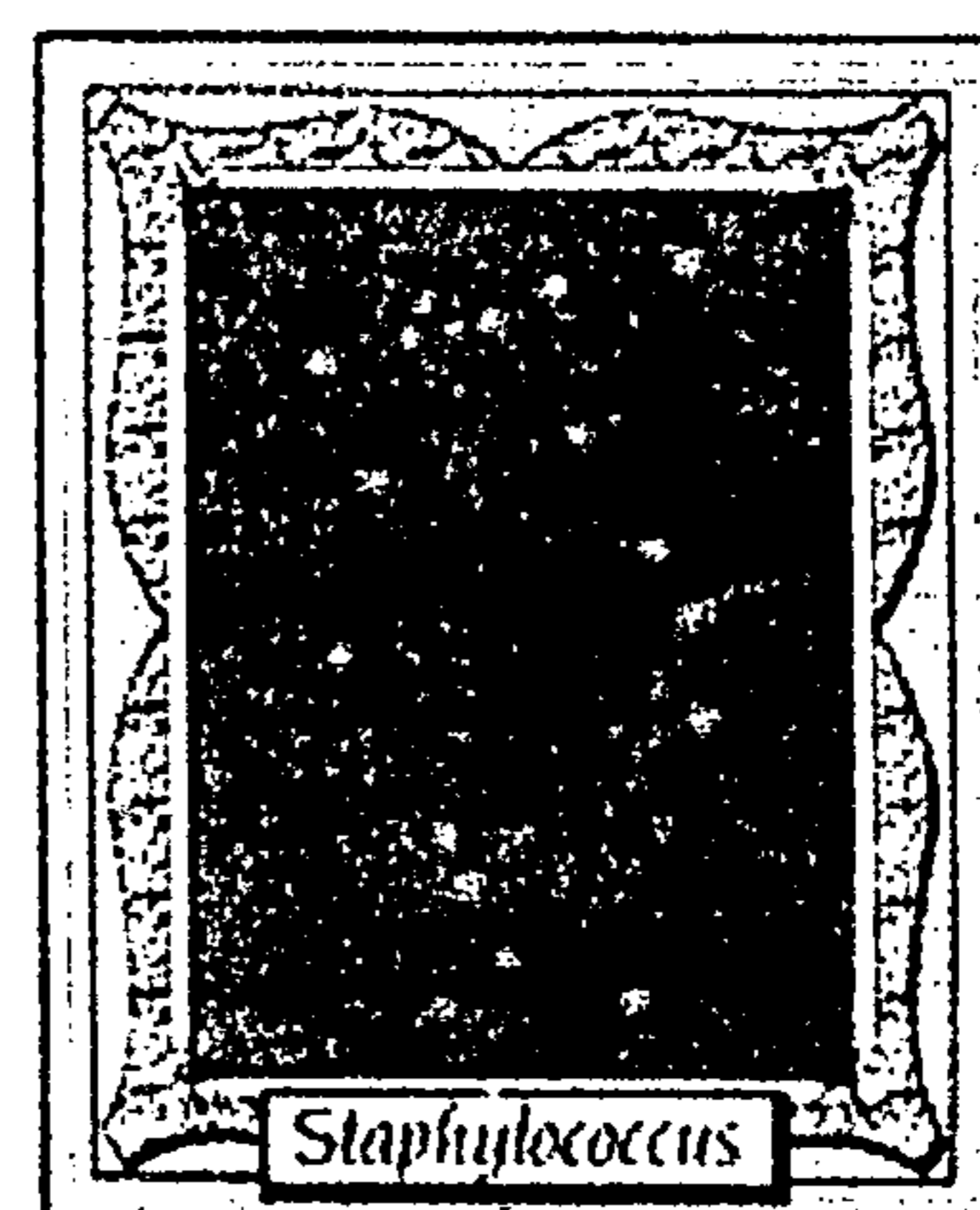
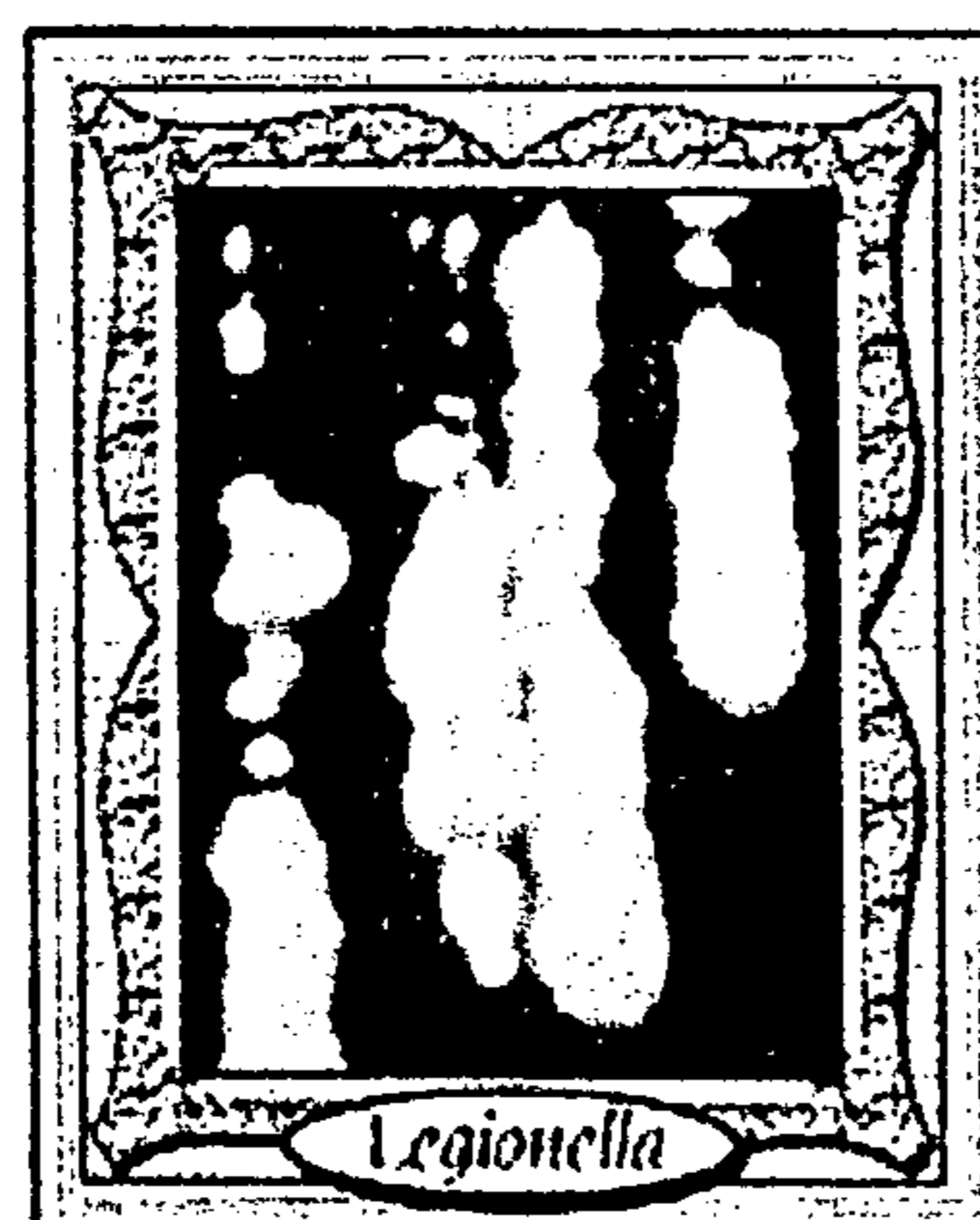
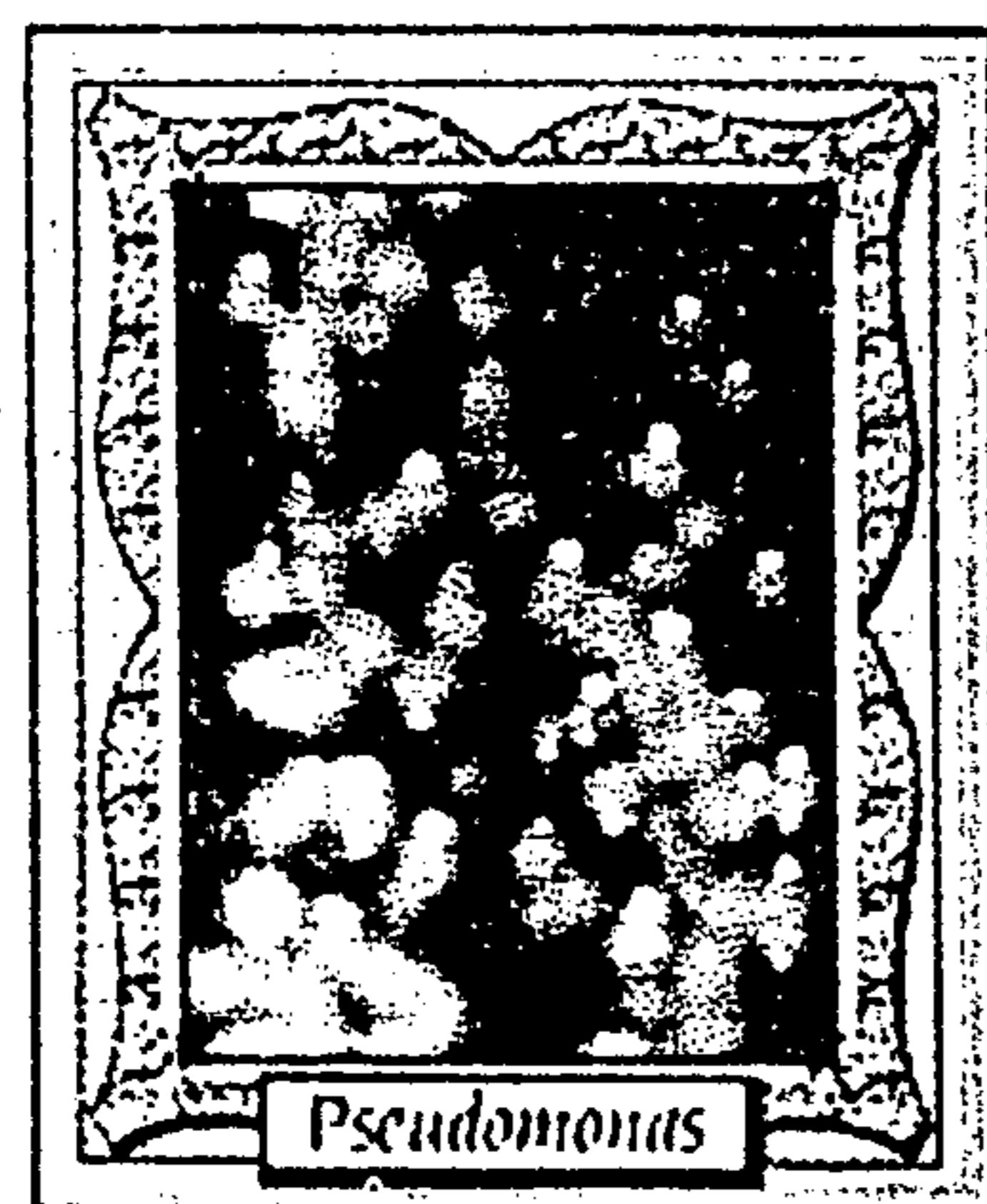
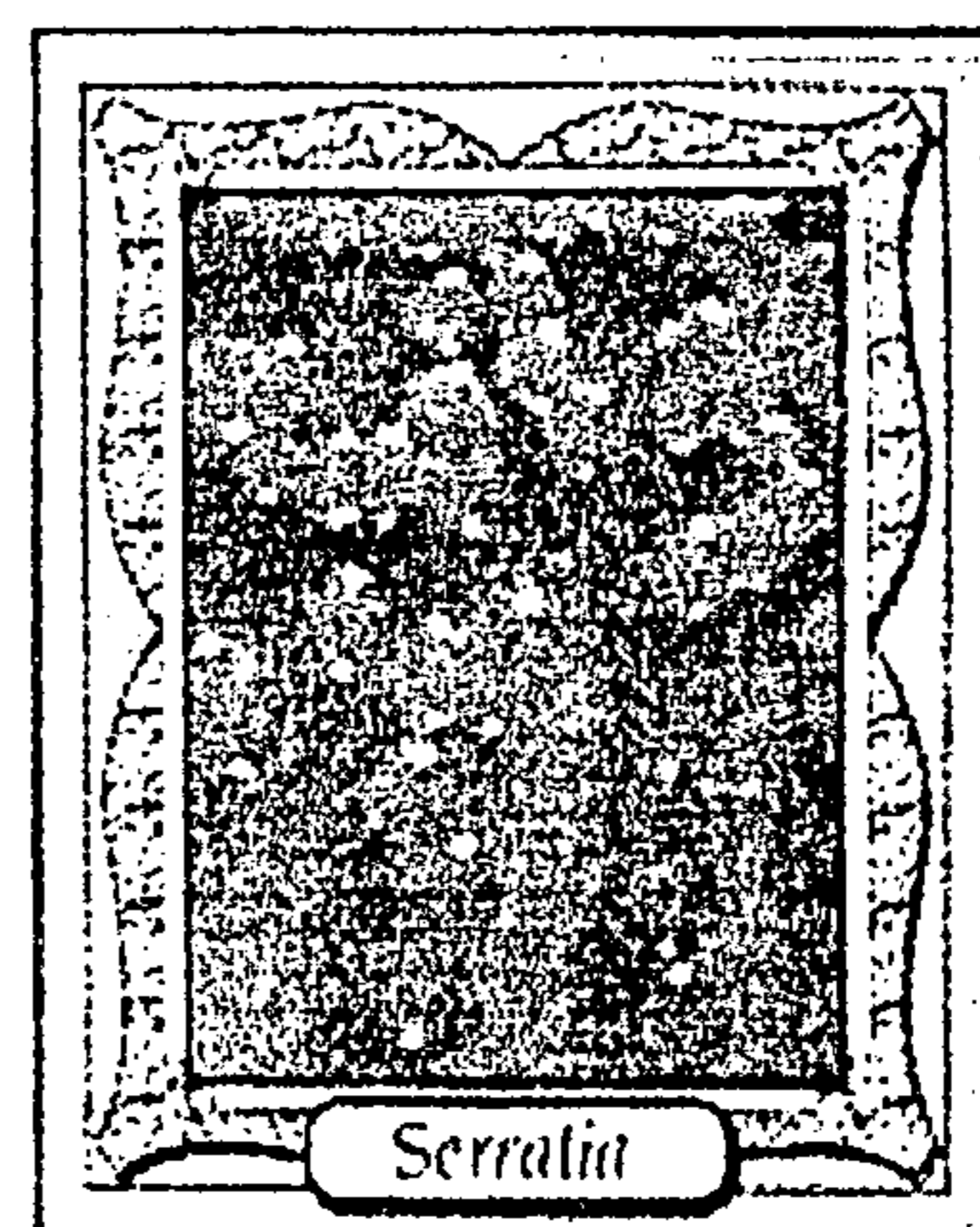
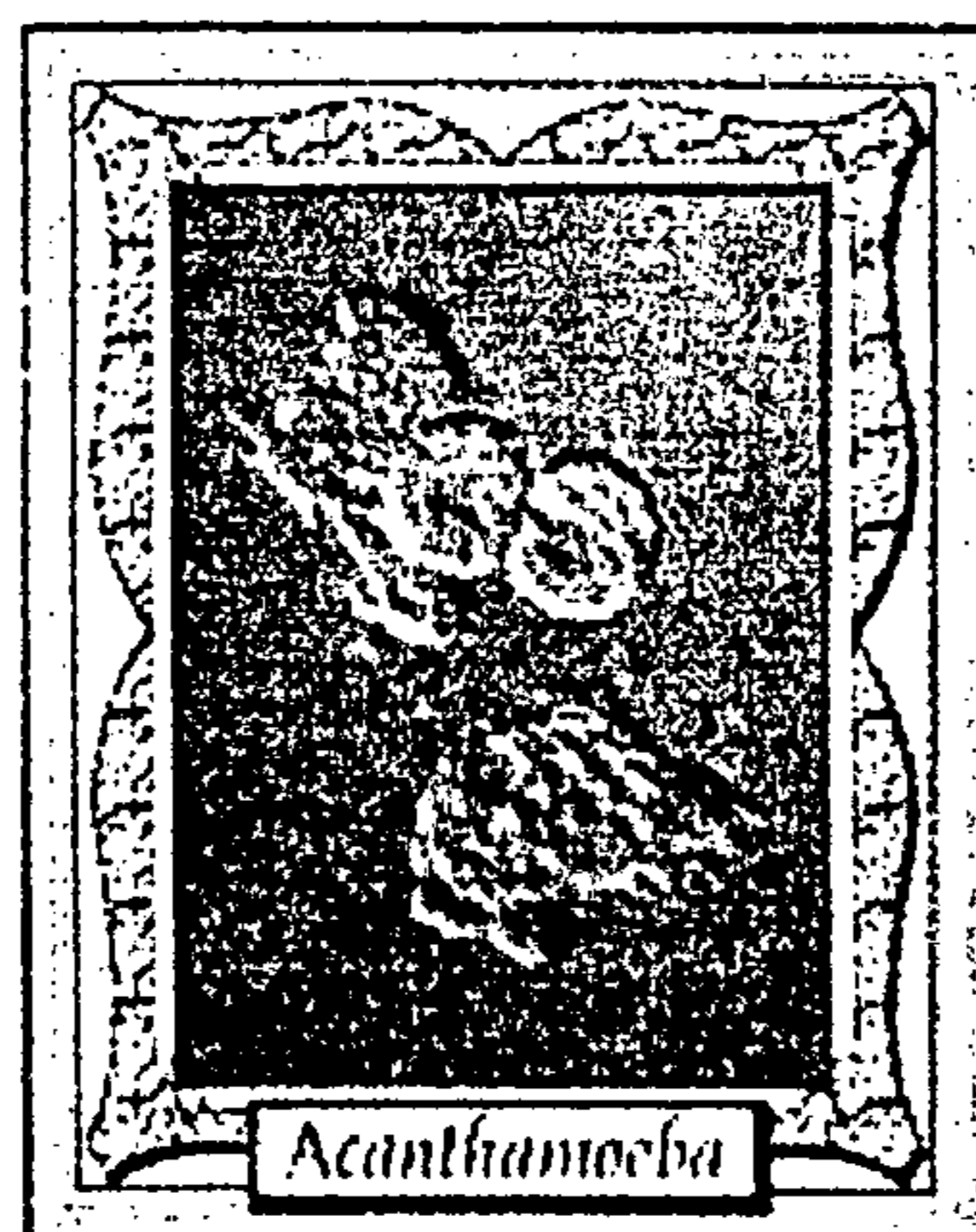
Recuento total de bacterias:

Es el cómputo del número total de colonias desarrolladas (en la suposición que una bacteria dá origen a una colonia) en agar nutritivo incubado a $35\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en un período de 24 (+/-) 2 horas.

ANEXOS

ANEXO 1

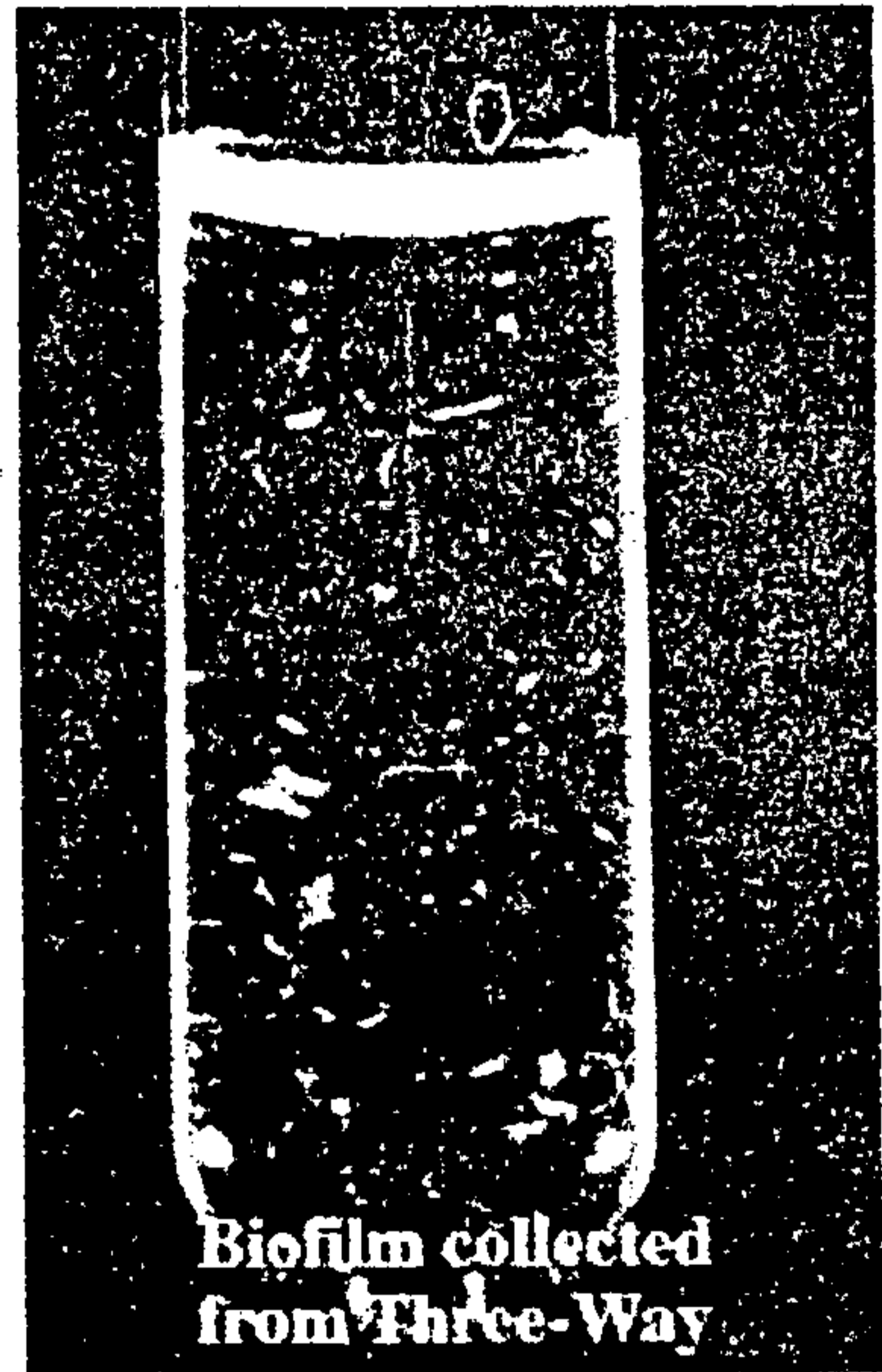
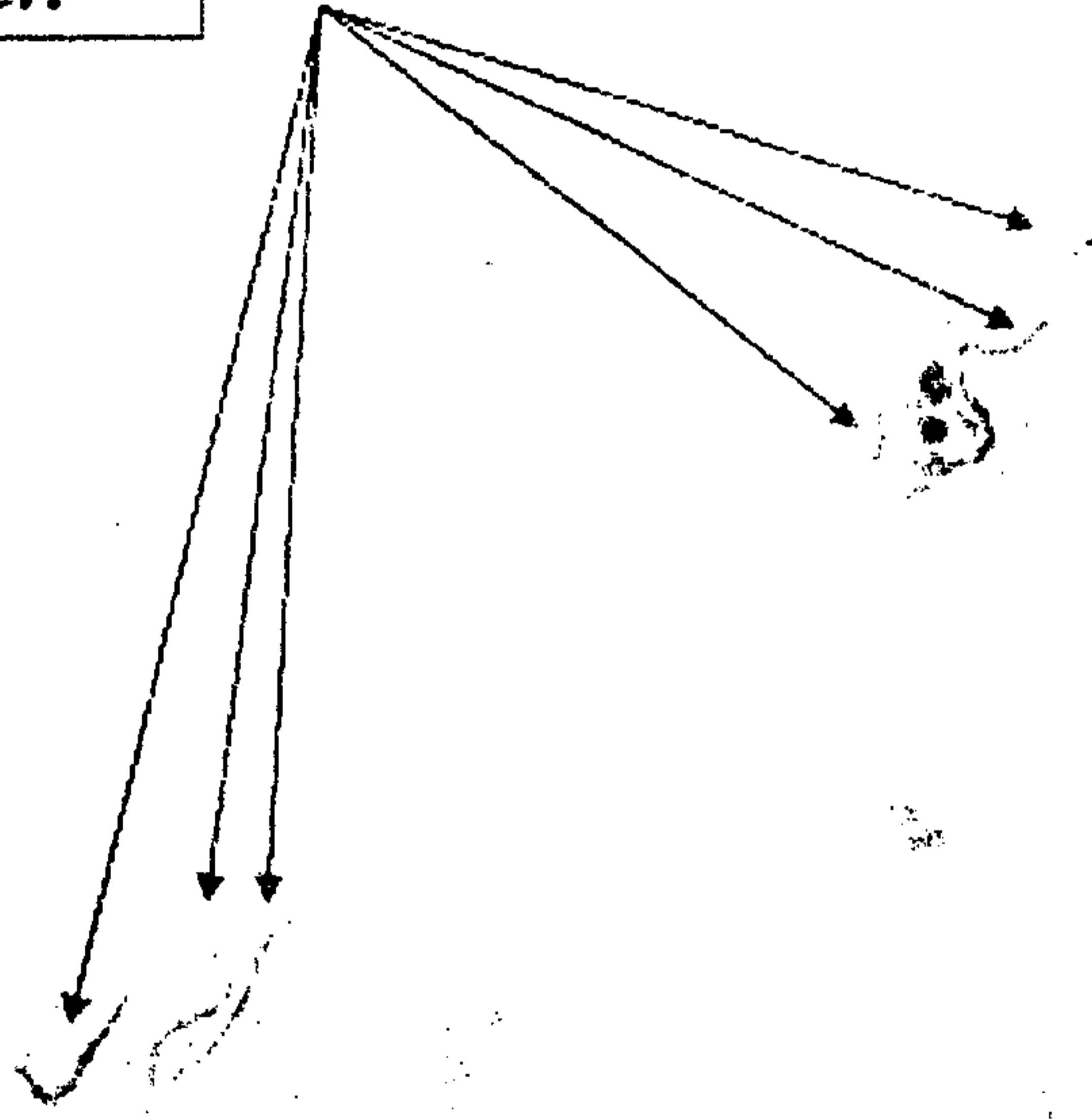
Ejemplos de microorganismos que pueden ser encontrados
en el agua de uso dental:



Contaminación biológica en el agua de uso dental:



**Nematode worms
in dental water!**



ANEXO 2

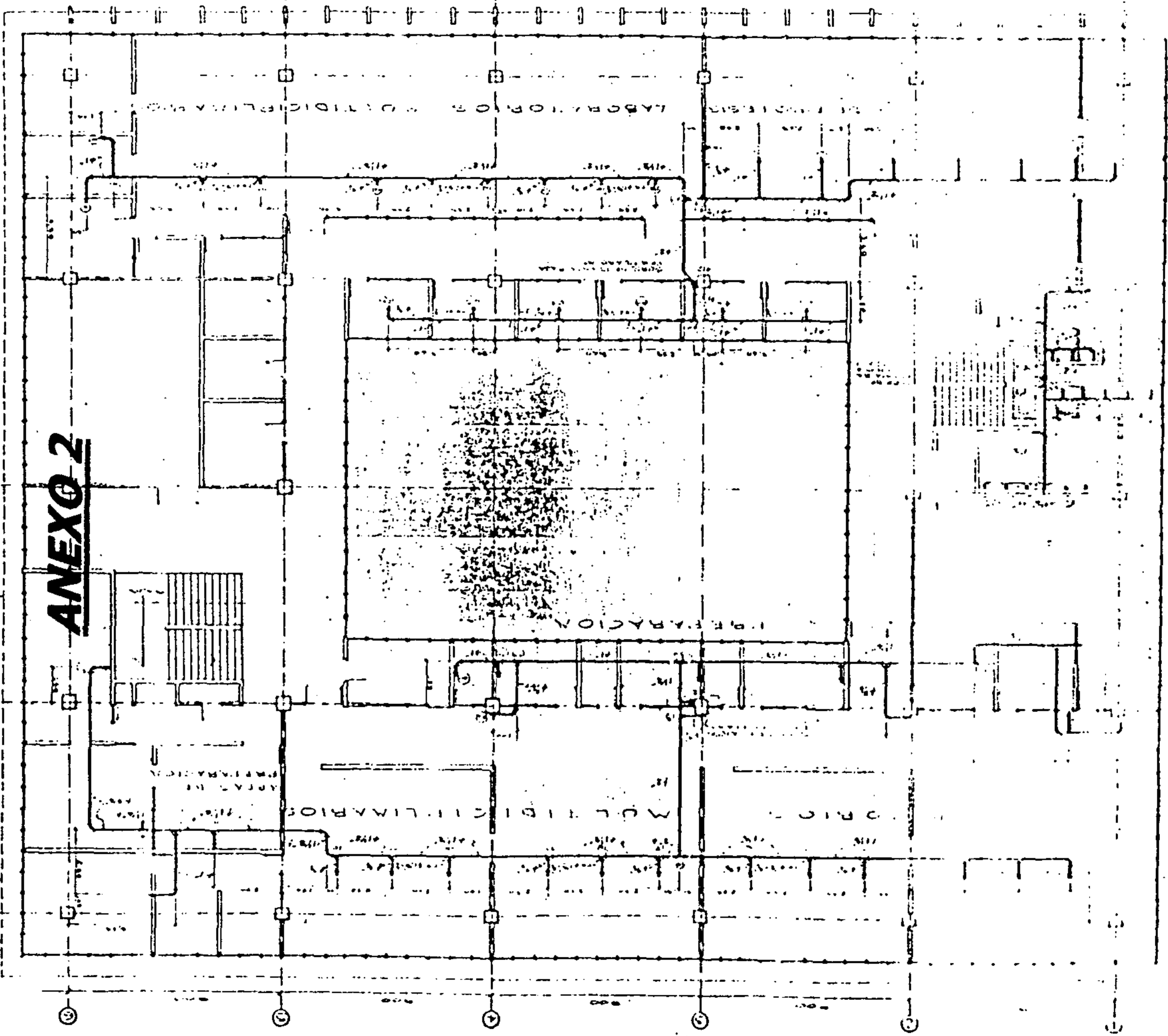
PROYECTO	LABORATORIOS MULTIDISCIPLINARIOS
UBICACION	CARRANZA
FECHA	1973
PROYECTISTA	...
PROYECTADO POR	...
PROYECTADO EN	...

PROYECTO DE
LABORATORIOS MULTIDISCIPLINARIOS

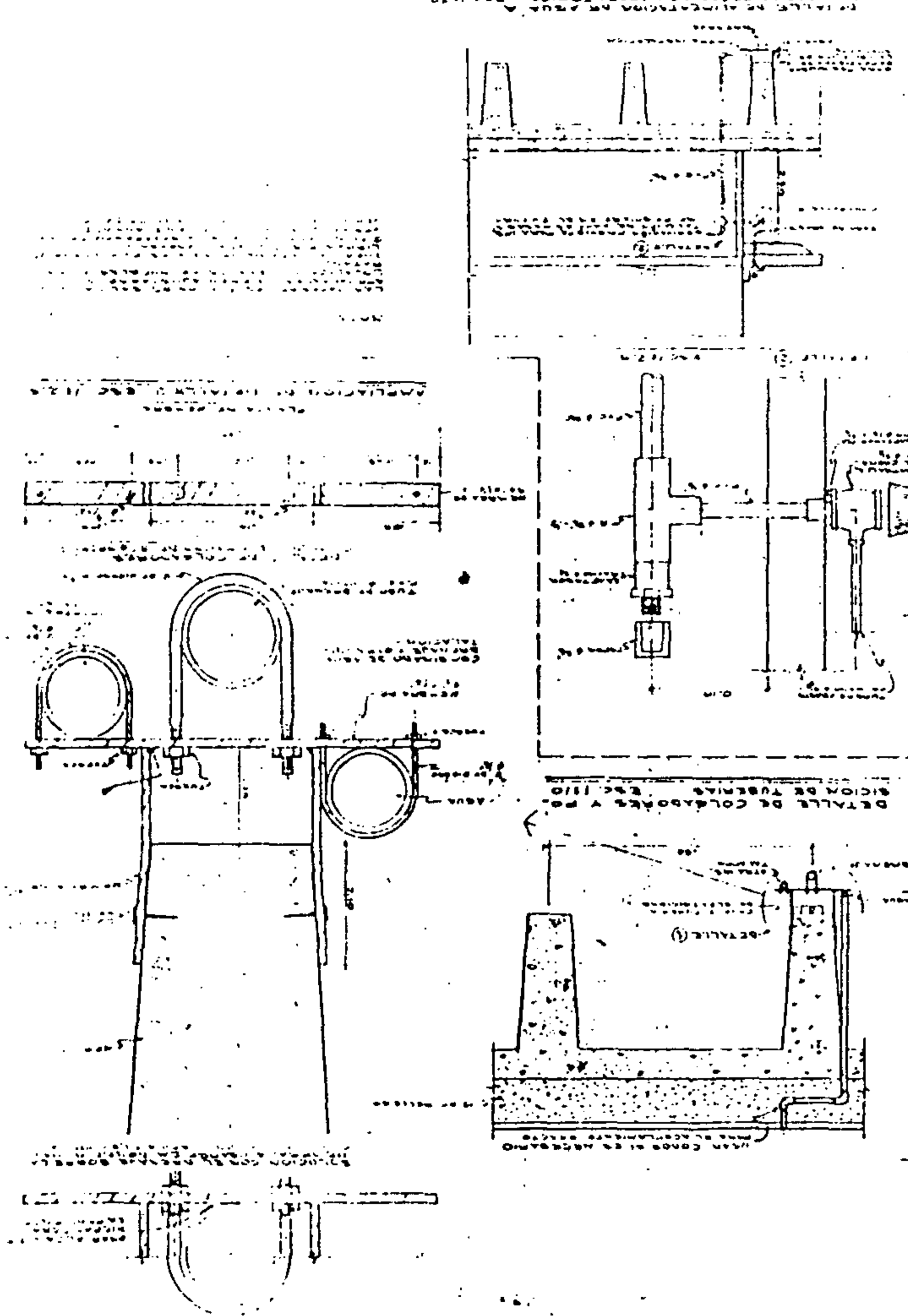
EDIFICIO 0
CARRANZA

INSTALACION DE AGUA
RED GENERAL

IA 5



ANEXO 2



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLUMBACION PSICA

PROYECTO DE PLUMBACION PSICA

DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

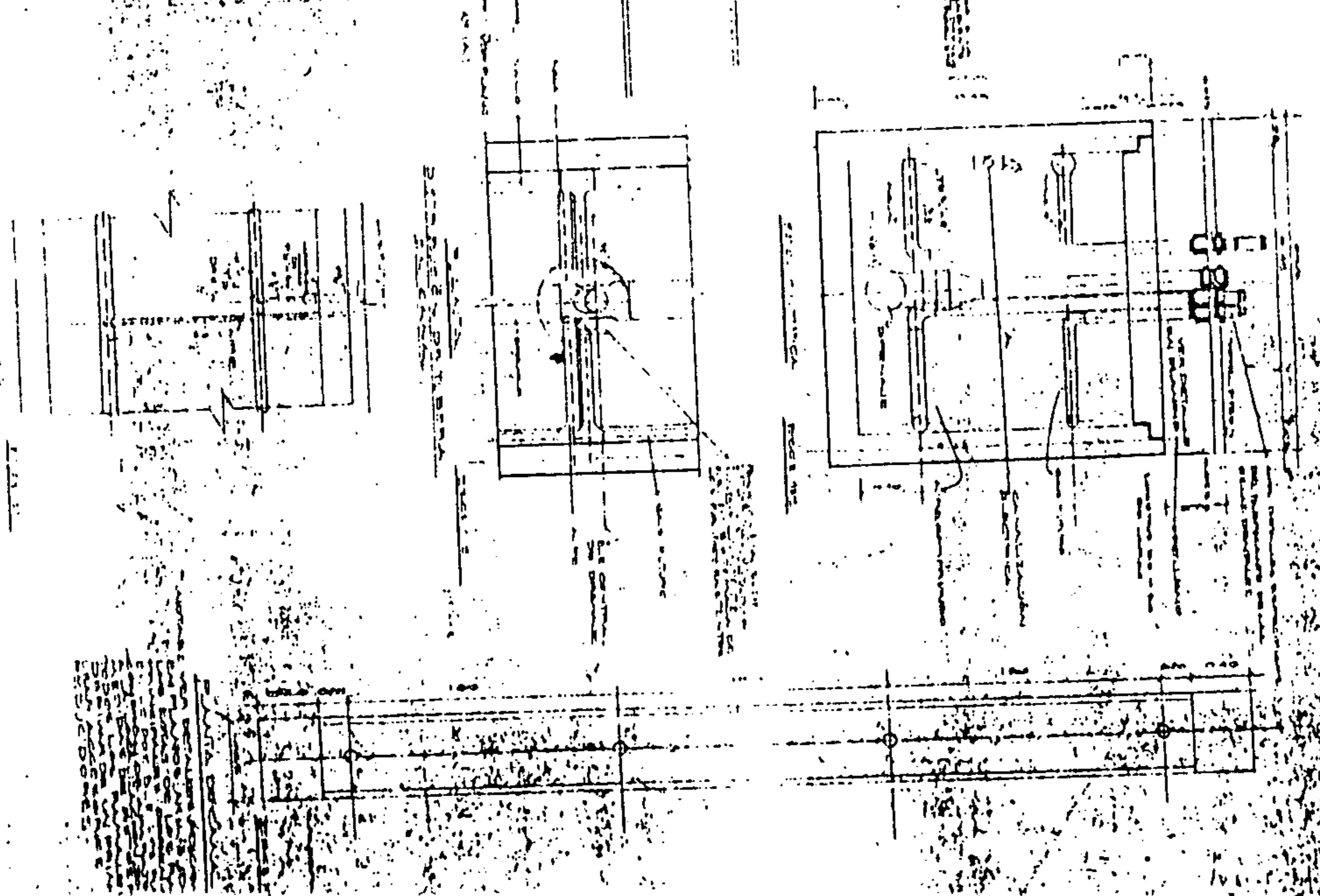
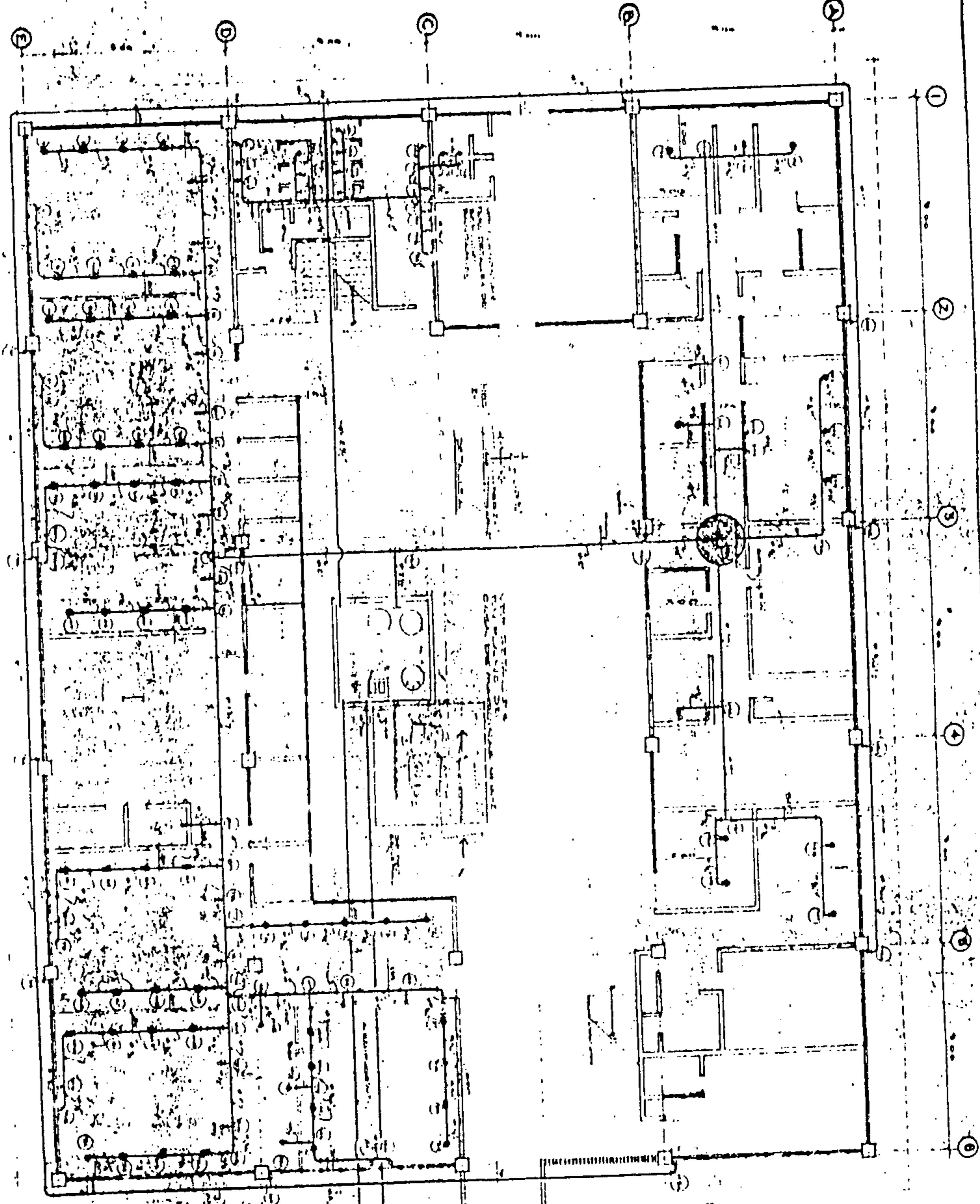
PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA







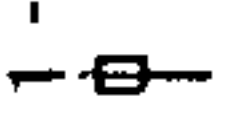
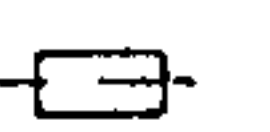
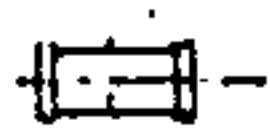
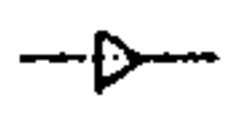

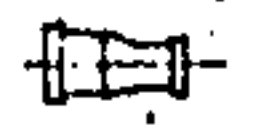
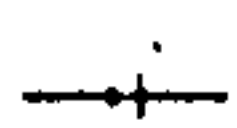
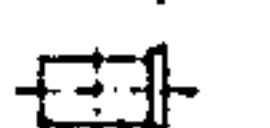

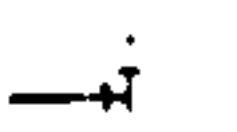
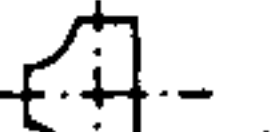

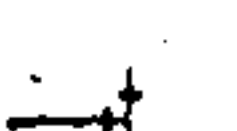
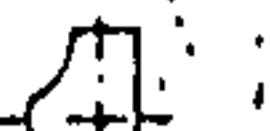
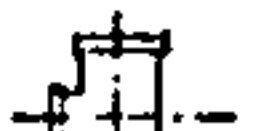
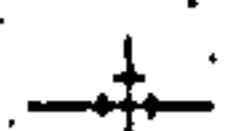


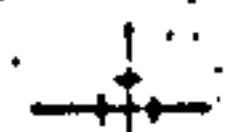









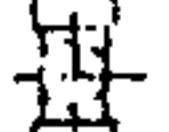








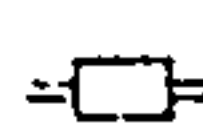





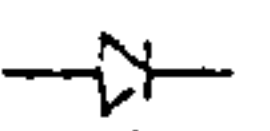
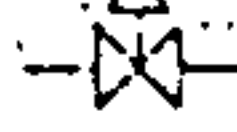
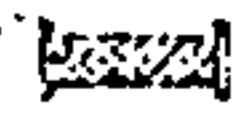


PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

PLUMBACION PSICA

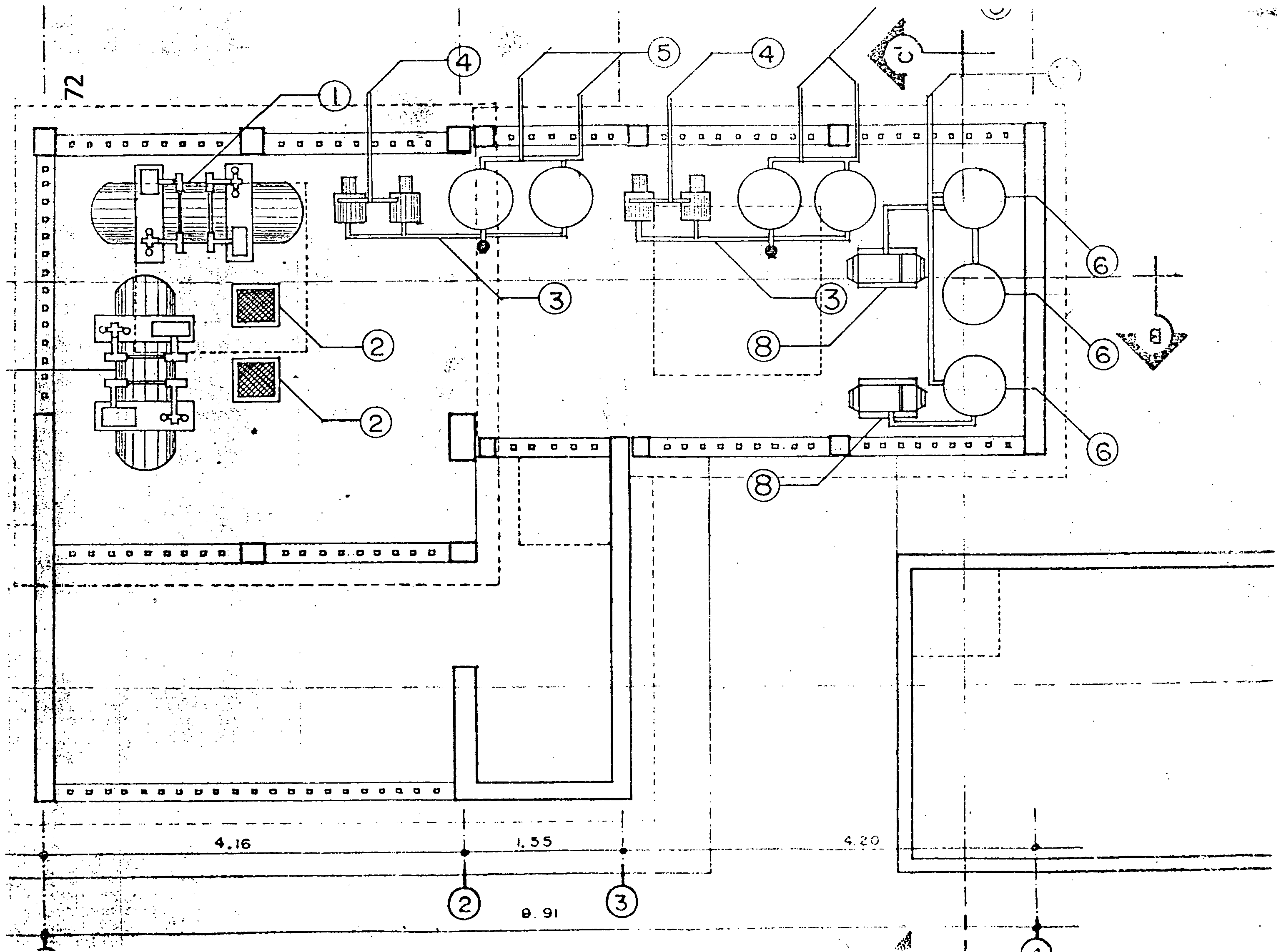


SOLO P.V.C. HIERRO

			C. 90° CODO DE 90°
			C. 45° CODO DE 45°
			COPLA:
			RC.X" a Y" REDUCIDOR CAMPANA DE ϕ X" a ϕ Y"
			RB.X" a Y" REDUCIDOR BUSHING DE ϕ X" a ϕ Y"
			"T" TEE
			TR.X" a Y" TEE REDUCTORA DE ϕ X" a ϕ Y"
			Cz. X" CRUZ DE ϕ X"
			Cz.RX" a Y" CRUZ REDUCTORA DE ϕ X" a ϕ Y"
			UU. UNION UNIVERSAL
			ACCESORIO INDICADO VIENDO HACIA ARRIBA O DE FRENTE
			ACCESORIO INDICADO VIENDO HACIA ABAJO O HACIA ATRAS
			CODO VIENDO HACIA ARRIBA O DE FRENTE
			CODO VIENDO HACIA ABAJO O HACIA ATRAS
			T.H.G. TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO
			T.H.S. TUBERIA DE HIERRO NEGRO SOLDADO
			L.L.C. LLAVE DE COMPUERTA
			V.R. VALVULA DE RETENCION
			V.S. VALVULA DE SOLENOIDE
			M.F. MANGA FLEXIBLE
			GRIFO
			HIDRANTE

LISTA DE PLANOS

NOMENCLATURA Y PLANTA GENERAL	IA-1
CASA DE MAQUINAS	IA-2
DETALLES GENERALES	IA-3
PLANTA BAJA DISTRIBUCION GENERAL	IA-4
PLANTA ALTA DISTRIBUCION GENERAL	IA-5
SERVICIOS SANITARIOS-PLANTA EN DETALLE	IA-6
DETALLES GENERALES	ID-7
PLANTA BAJA DISTRIBUCION GENERAL	ID-8
PLANTA BAJA PERFILES DRENAJE SANITARIO	ID-9
PLANTA BAJA PERFILES DRENAJE PLUVIAL	ID-10
PLANTA ALTA DISTRIBUCION GENERAL	ID-11
SERVICIOS SANITARIOS PLANTA EN DETALLE	ID-12
SERVICIOS SANITARIOS PERFILES Y VENTILACION	ID-13
PLANTA DE TECHOS	ID-14
PLANTA BAJA DISTRIBUCION GENERAL AIRE COMPRIMIDO Y VACIO	IM-15



NOTAS

- 1 COMPRESORES
- 2 DESHUMIDIFICADORES
- 3 SISTEMA DE BOMBAS DE VACIO
- 4 ALIMENTACION DE AIRE DE VACIO
- 5 ENTRADAS Y SALIDAS DEL VACIO
- 6 TANQUES HIDRONEUMATICOS
- 7 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA RED EXISTENTE
- 8 BOMBAS

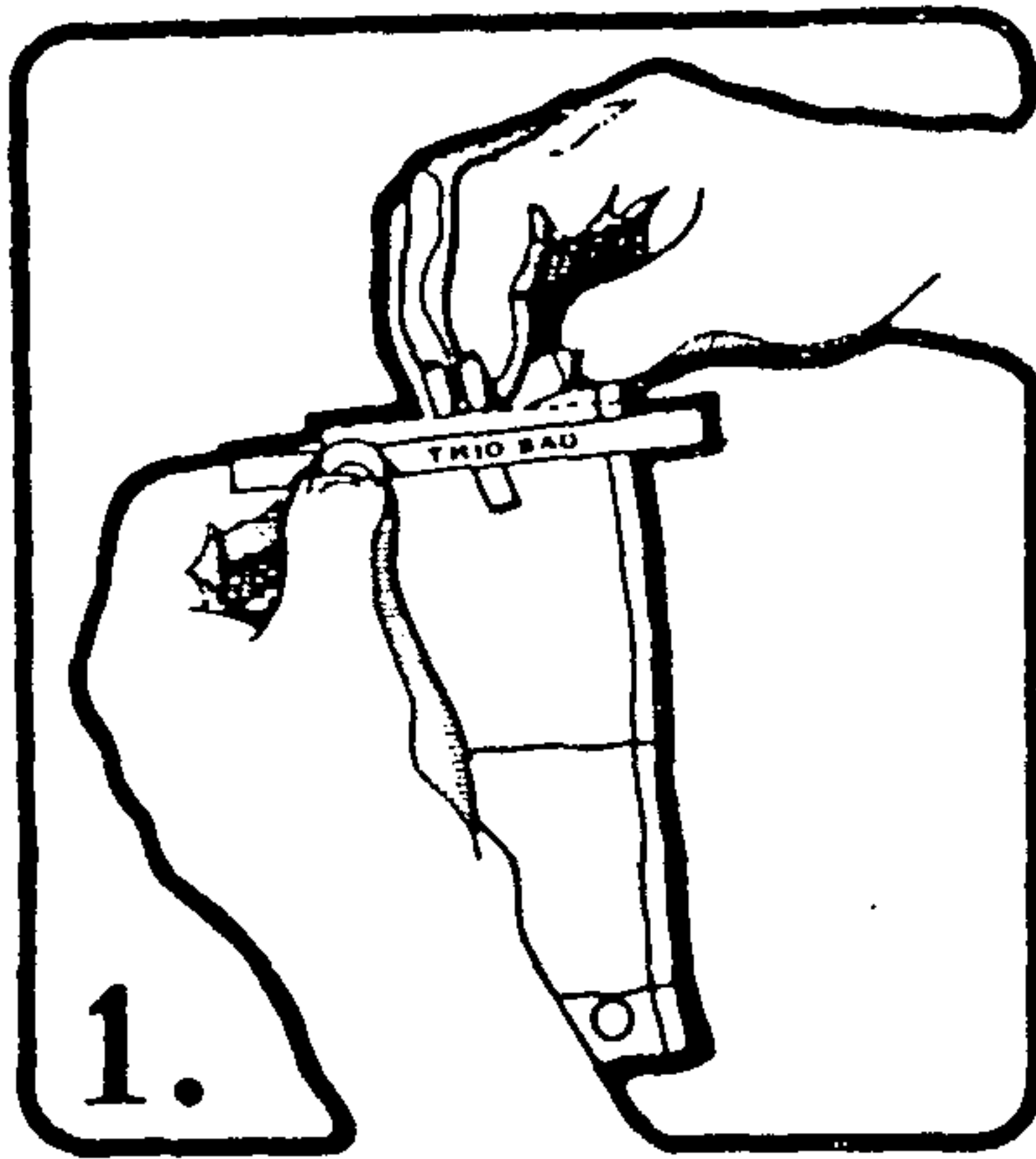
ANEXO 3

Instructions for Use of Nasco's Sodium Thiosulfate Whirl-Pak® Bags

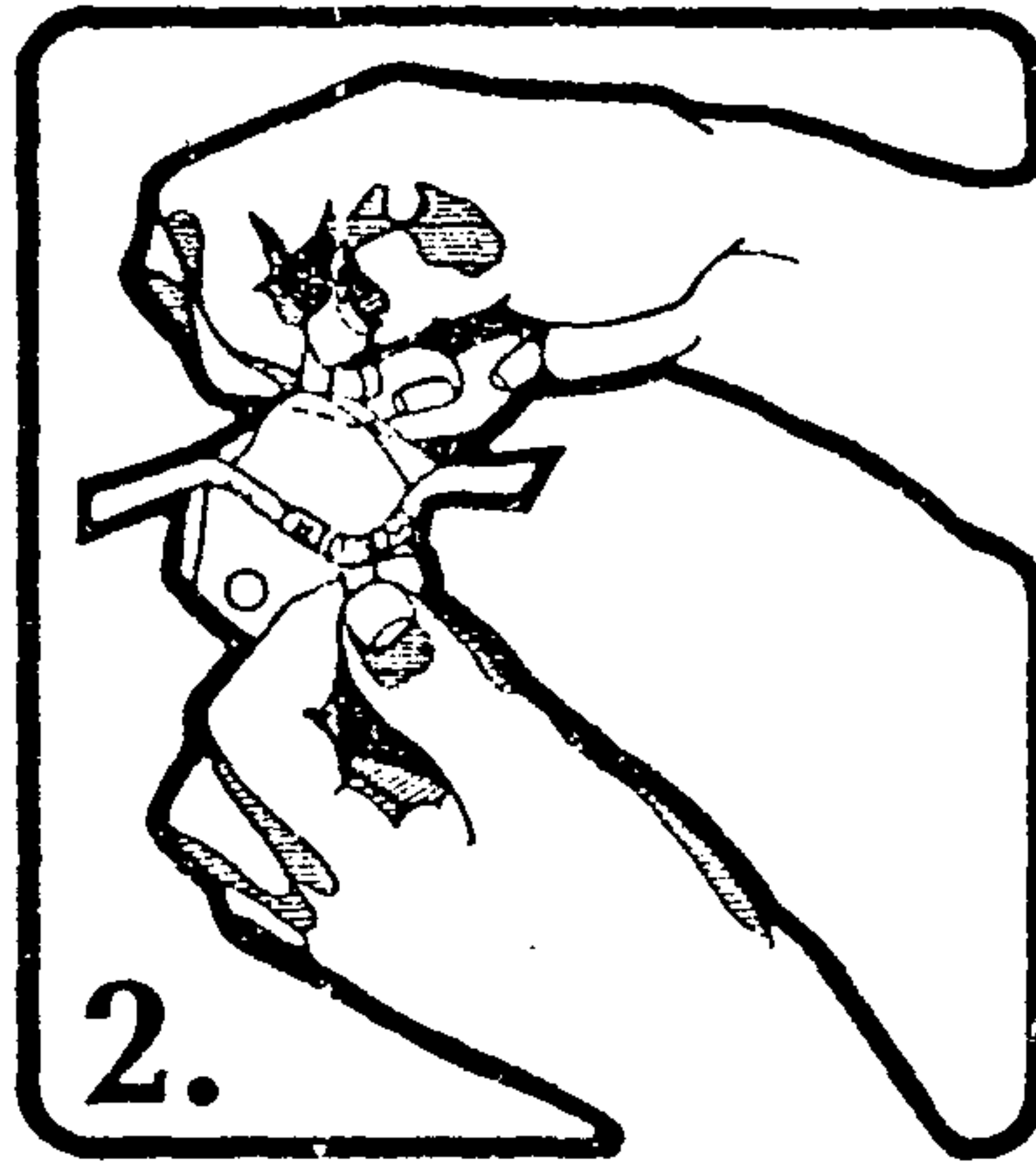
Caution: Do not allow the thio tablet to fall out of the bag.

THIO-BAGTM

OPENING

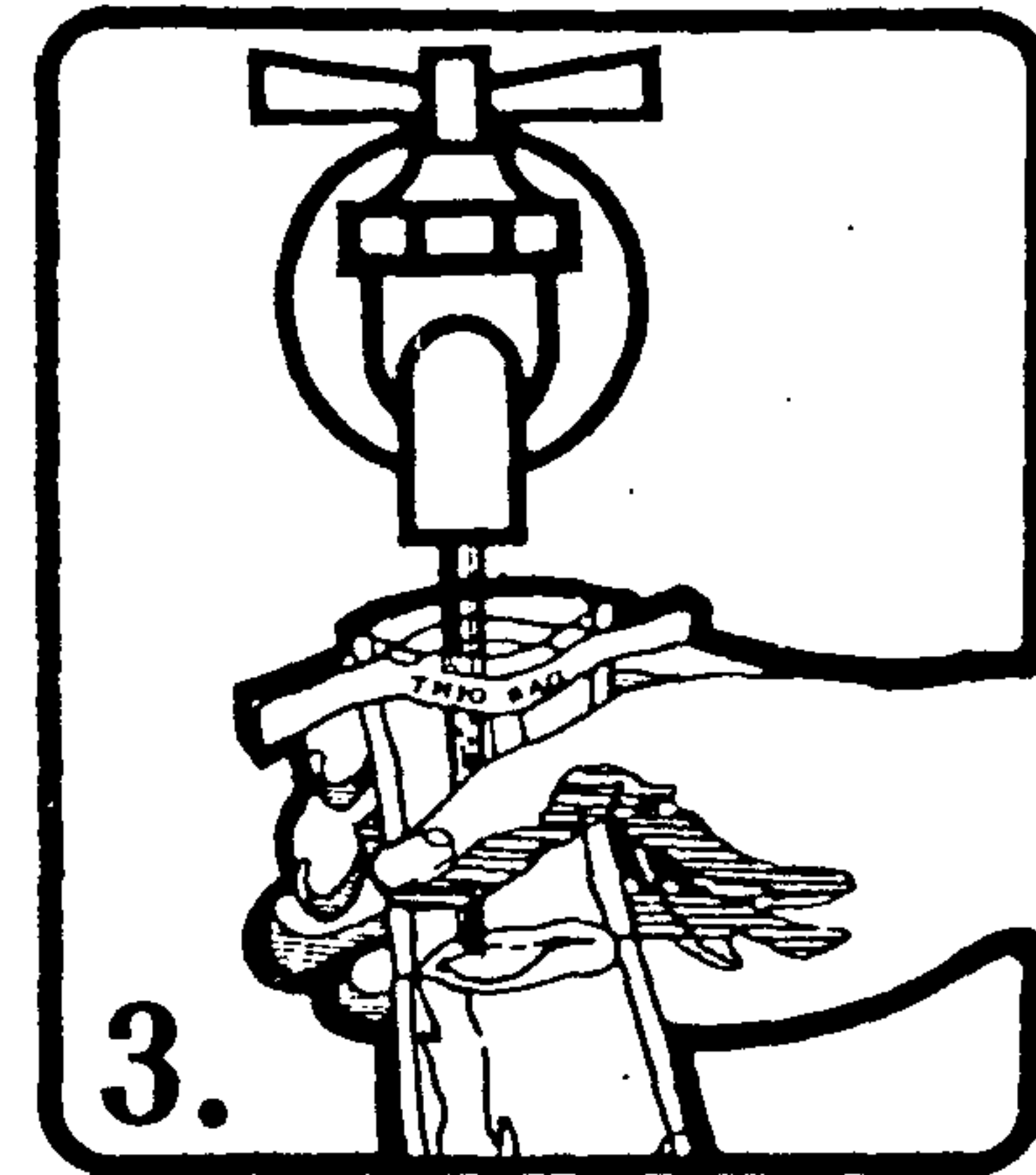


Tear off top at scored line.



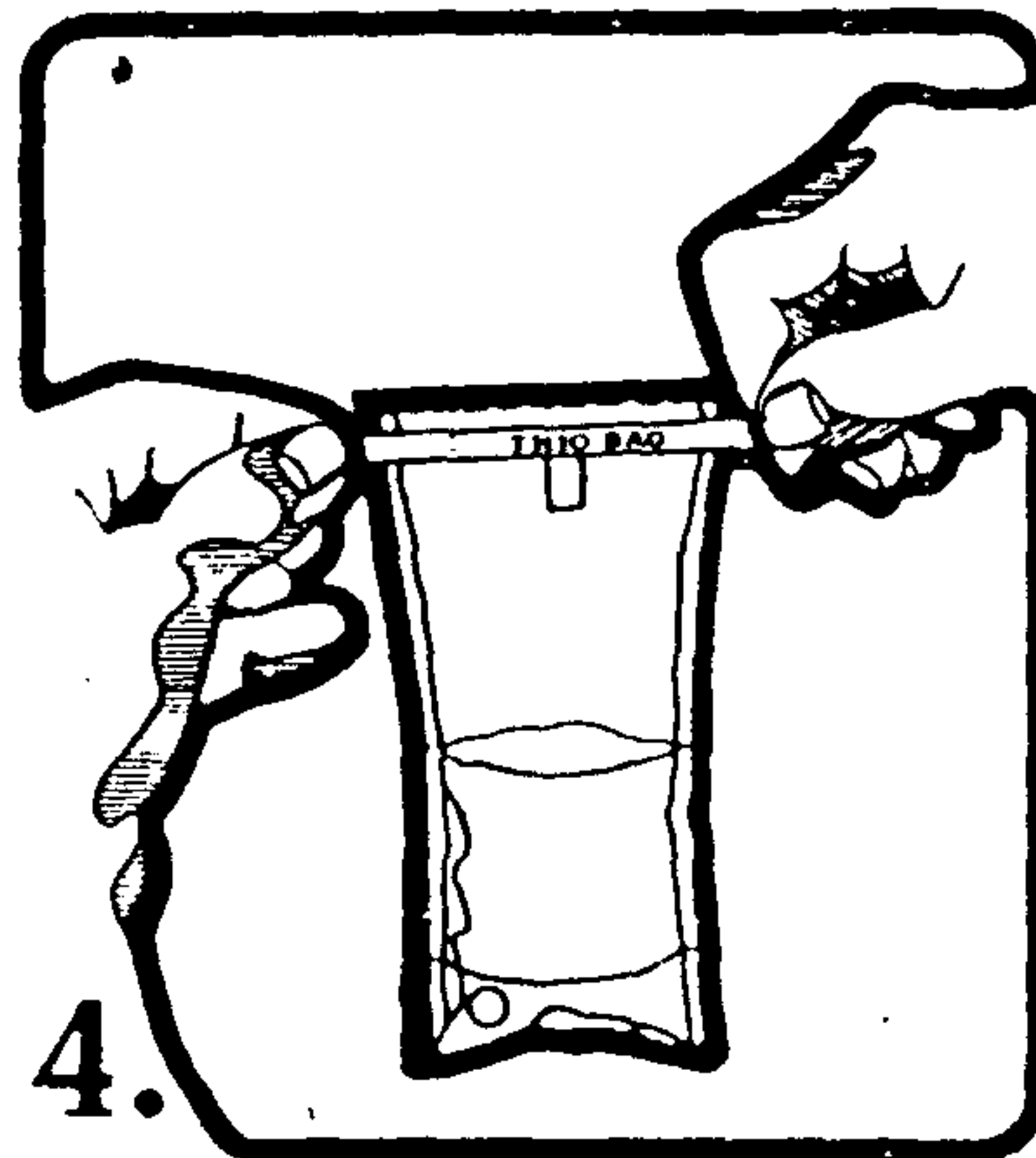
Pull tabs outward to open bag. Sometimes a pull on the bottom is also helpful.

FILLING

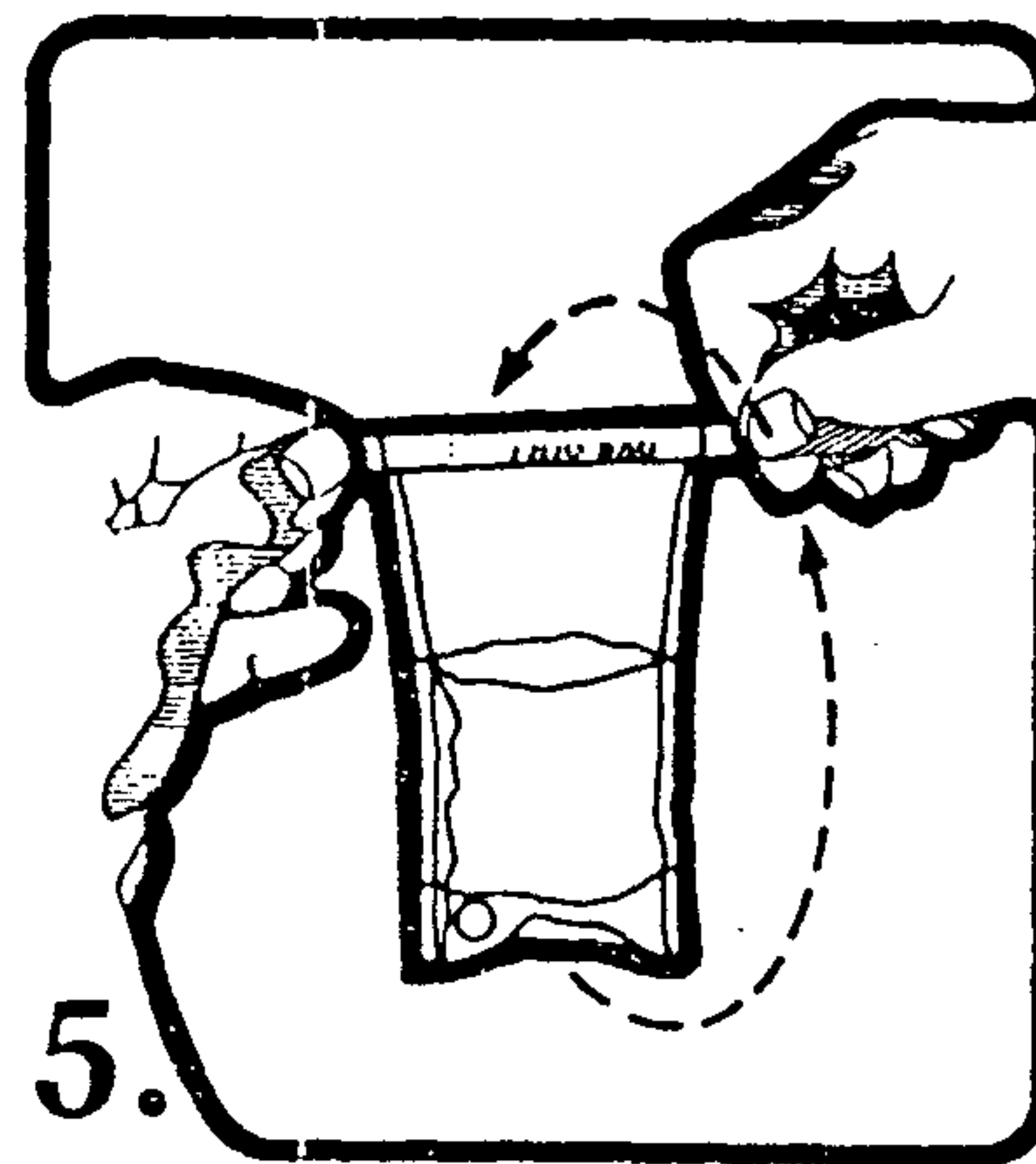


Fill bag to the fill line.

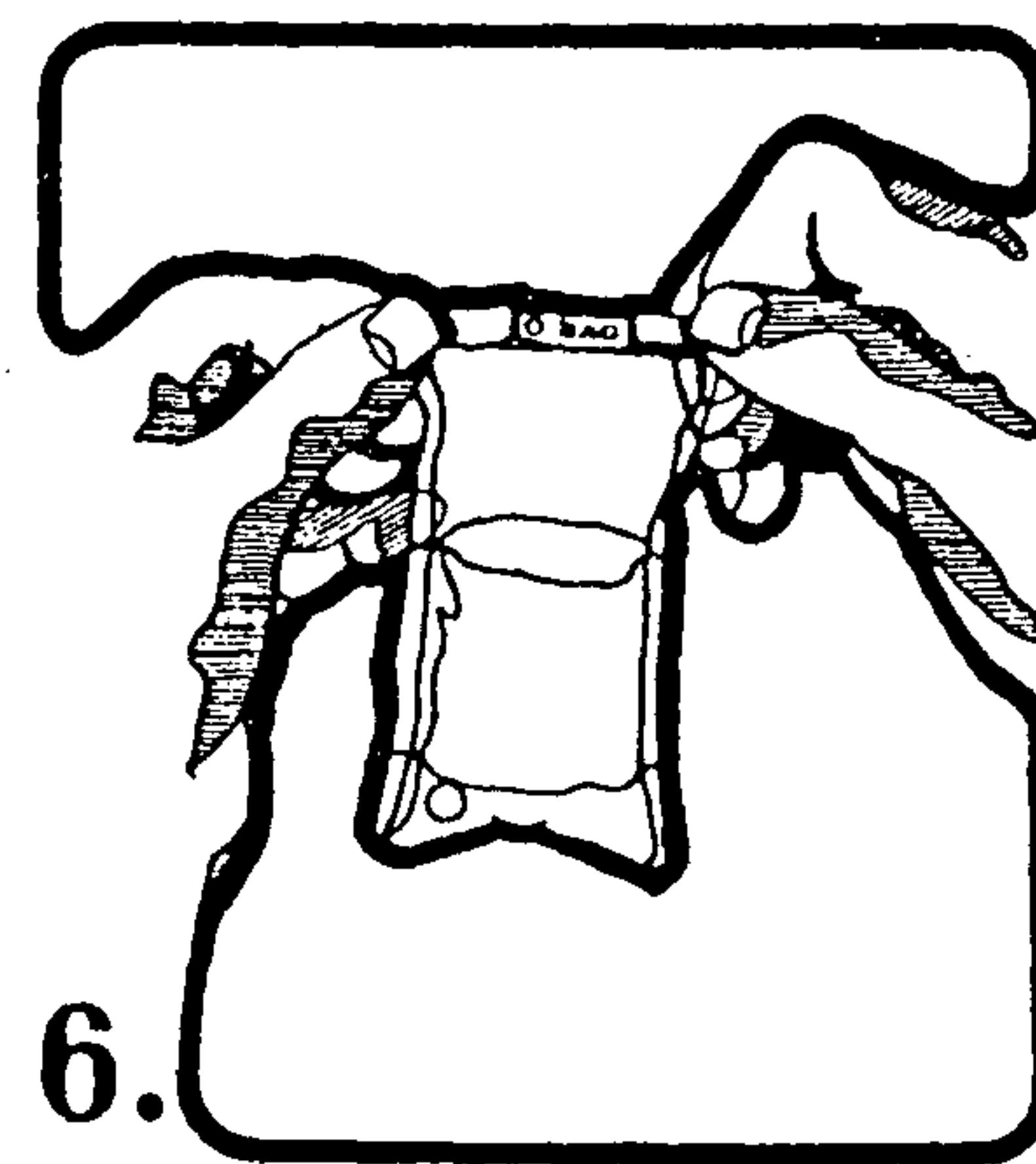
CLOSING



Pull wire ends to close bag.



Whirl bag 3 complete revolutions. (Do not roll tapes down.) Leave airspace for mixing in lab.



Turn tape wire inward on opposite face of fold.

NASCO, FORT ATKINSON, WISCONSIN 53538 • MODESTO, CALIFORNIA 95352
U-5352 PRINTED IN U.S.A.

ANEXO 4

ANEXO 5

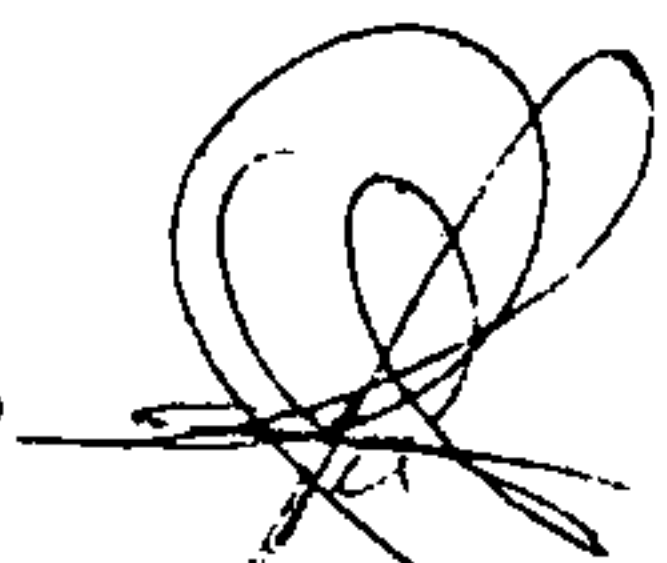
Pasos para determinar Ph con el potenciómetro:

- 1) Quitar el taponcito al electrodo
- 2) Abrir el agujero de arriba(con rosca blanca)
- 3) Revisar si esta lleno el electrodo (a $\frac{1}{4}$ de pulgada debajo de la rosca blanca sí le falta agregar KCL 4 micras saturado de AgCl.
- 4) Dejar abierto para leer, el agujero.
- 5) Lavar electrodo con agua destilada, y luego con un poquito de solución a determinarle pH
- 6) Sumergir en solución el electrodo.
- 7) Oprimir la tecla Stdb.
- 8) Leer en *mode* pH (si no sale pH en esquina superior izquierda, oprimir tecla *mode* hasta que salga ph).
- 9) Lavar el electrodo con agua.

Al terminar todas las lecturas, cerrar rosca blanca, lavar electrodo, reponer tapón, apagar y desconectar.

ANEXO 6

Guatemala 20 de junio de 2001

Recibido 
20.06.01

Sr Director de Clínicas,
Facultad de odontología,
Dirección de Clínicas:

Le saludo atentamente, deseándole éxitos en sus labores cotidianas el motivo de la presente es el de solicitar su autorización para Ingresar a las instalaciones de las Clínicas dentales de la facultad de odontología, a recoger muestras de el agua de distribución, Lo cual forma parte de mi trabajo de investigación de tesis de pregrado, en una de las unidades dentales de cada una de las áreas de trabajo, así como para poder analizar el agua que esta almacenada en los tanques de distribución que abastecen las Clínicas. Esta actividad será realizada los días 27 y 28 de Junio 2001..motivo por el cual estaré sumamente agradecido por la colaboración que pueda prestárseme en este sentido. Agradeciendo de antemano su fina atención a la presente, me despido, atentamente:

Bachiller Mario Enrique Aguilar Montiel 

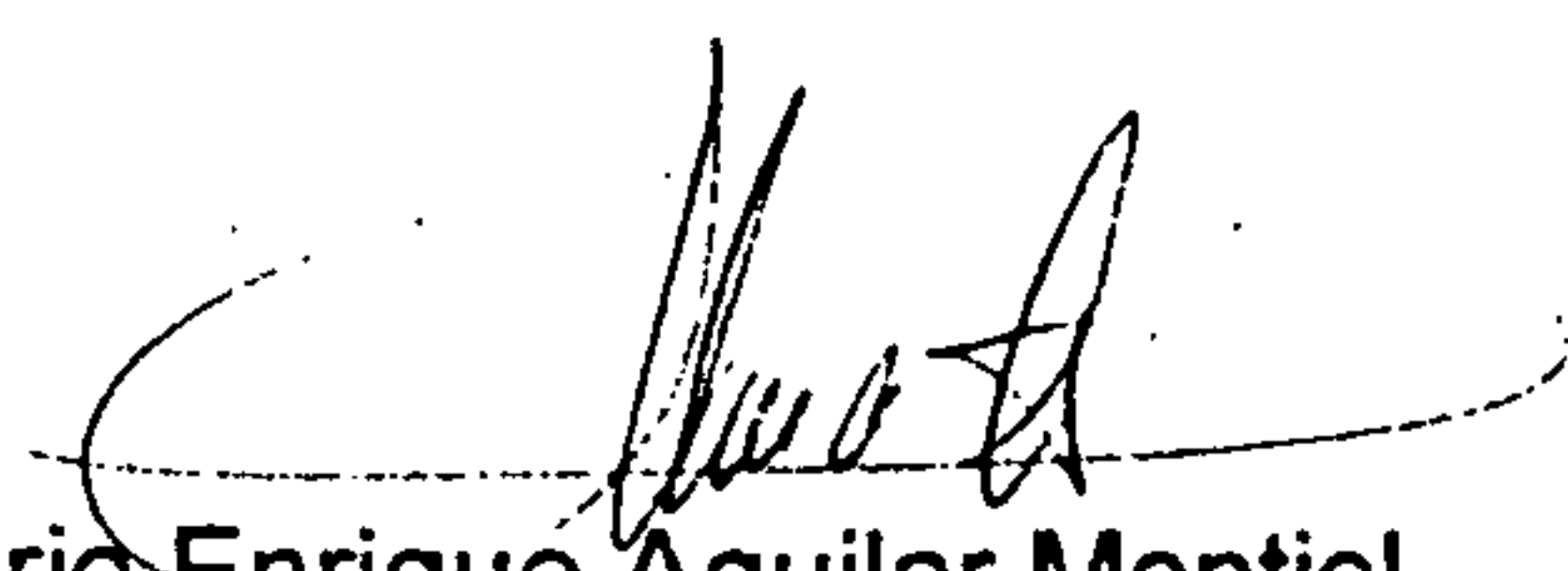
Doctor Oscar Toralla : 

Guatemala 20 de junio de 2001

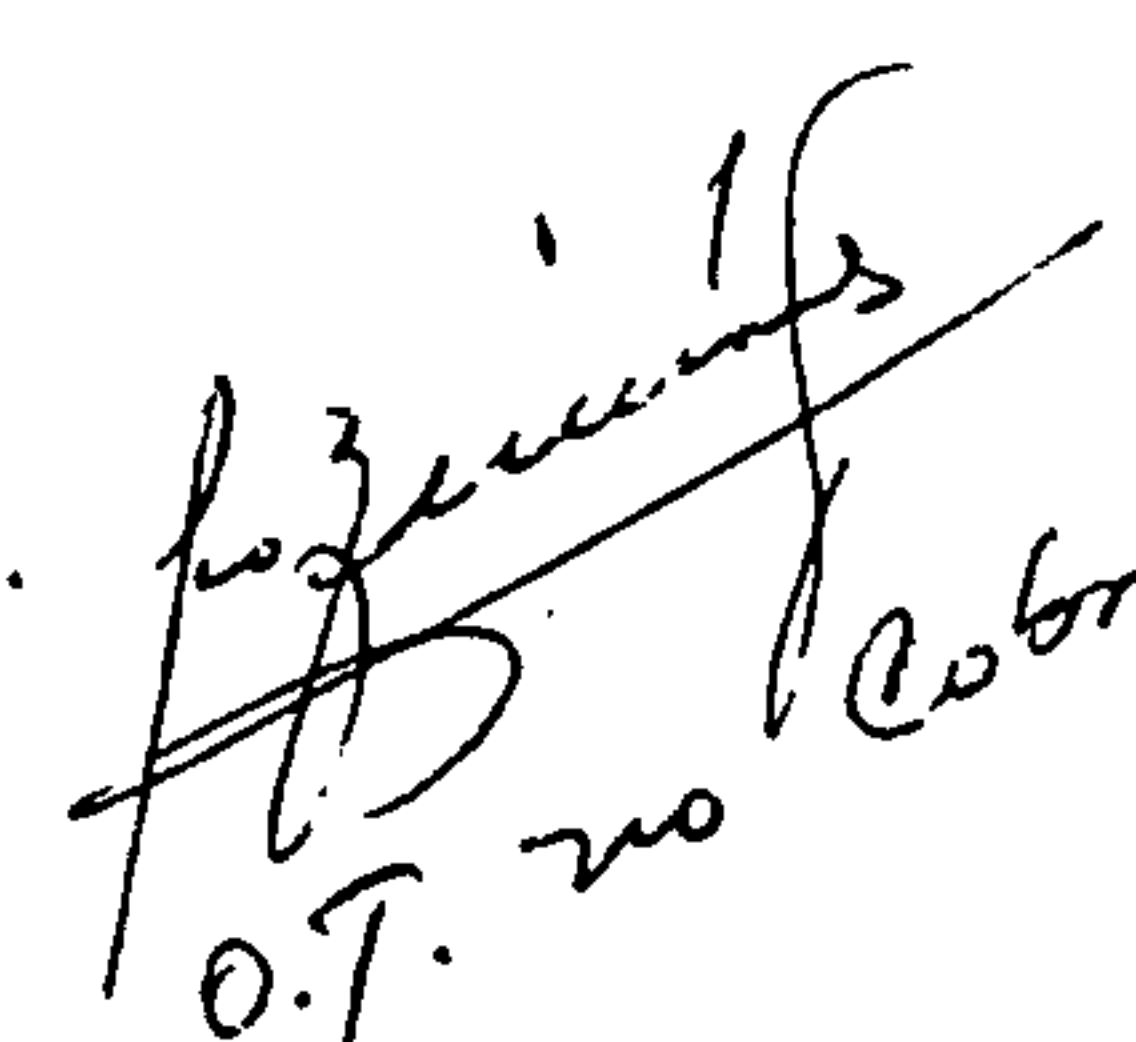
Ingeniero Javier Quiñones
Jefe de Laboratorio
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria
Facultad de Ingeniería Sanitaria
Universidad de San Carlos:

Le saludo atentamente deseándole éxito en sus labores cotidianas, el motivo de la presente es solicitarle los servicios del laboratorio para realizar 6 exámenes Bacteriológicos y 3 físico químicos a Muestras de agua potable tomadas a partir de los tanque de Distribución de la clínica dental de la Facultad de Odontología de la universidad de San Carlos, lo cual forma parte de mi proyecto de investigación de tesis de Pregrado, y por lo cual solicito su colaboración él estudio será realizados los días 2 y 5 de julio del 2001 a las 7:30am y 3:30 PM respectivamente

Agradeciendo de antemano su amable atención a la presente, atentamente


Br. Mario Enrique Aguilar Montiel
Facultad de Odontología
U S A C

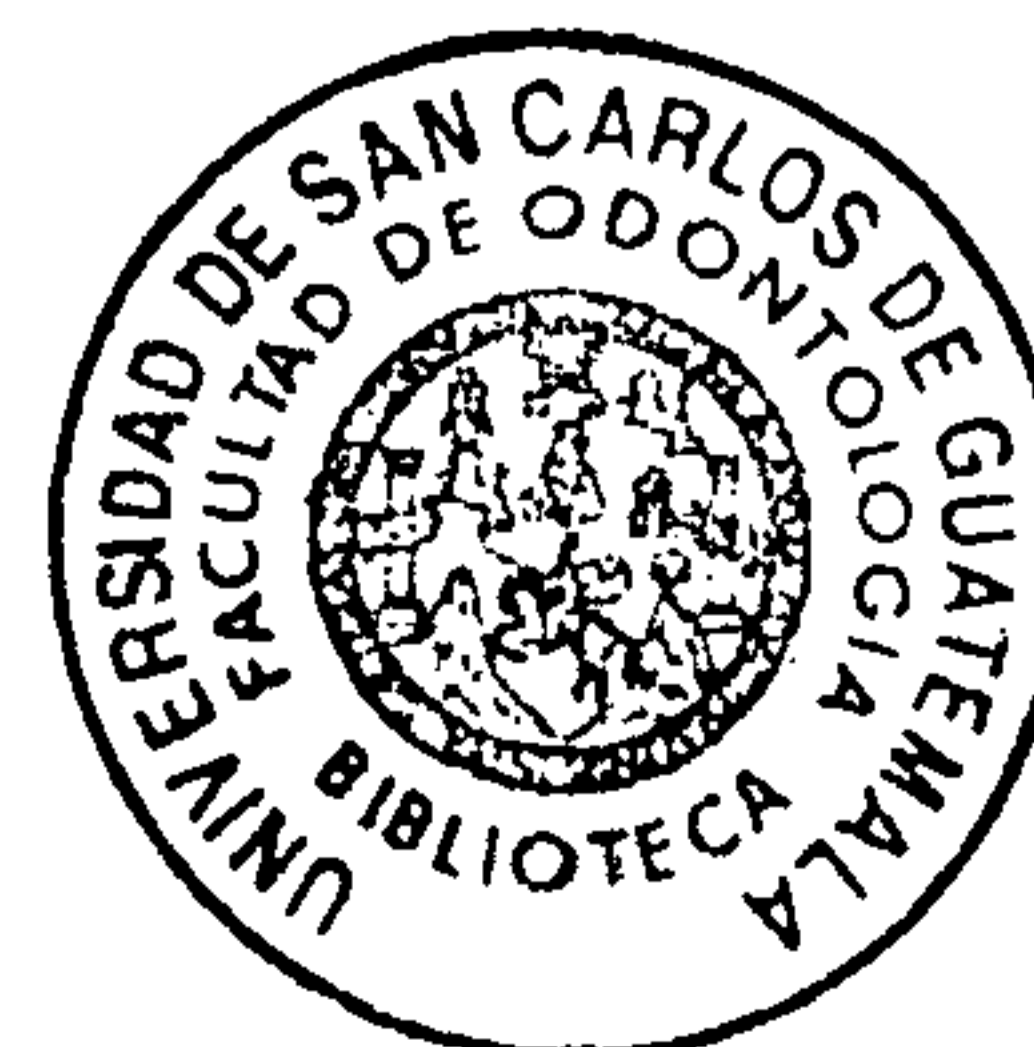

Doctor Oscar Toralla
Asesor de tesis

Do. Bo. 
O.T. no cobrable



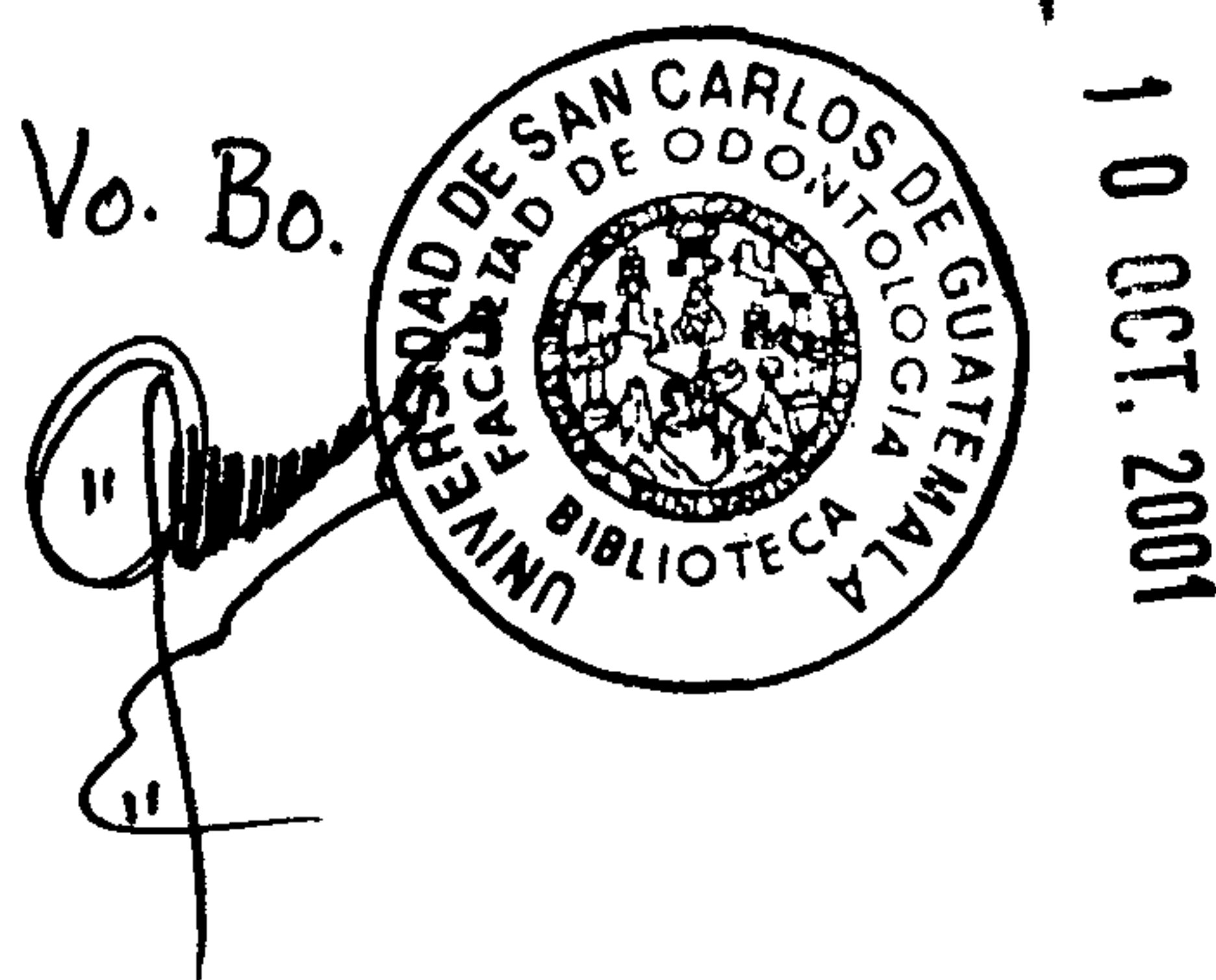
BIBLIOGRAFÍA.

- 1.) Boil Water Advisories.-- En: Internet.<http://www.brooks.afmil/dis/INCON13/SEC1.html#105>. 18 de Julio del 2000.
- 2.) Cruz Moratalla, Edith Zulema.-- Evaluación bacteriológica del agua de distribución del hospital general San Juan de Dios.-- Tesis (Químico Biólogo) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1992. 42p.
- 3.) Dental Unit Waterlines.-- En: Internet <http://www.cda.org/public/Primer/prim996.html> Septiembre de 1998.
- 4.) Dental Unit Waterline Safety.-- En: Internet <http://www.hivdent.org/Infcti/water2.html> 14 de Junio de 1998.
- 5.) Guatemala. Ministerio de Economía.-- Agua potable. Especificaciones.-- Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR NGO 29001.-- 1985.-- 11p.
- 6.) -----.-- Agua potable. Especificaciones.-- Comisión Guatemalteca Normas, COGUANOR NGO 29001.-- 2000.-- 11p.
- 7.) Handerber, W. A.-- Water Supply and Purification.-- Seramton, Pensilvania Editorial International Text Book Company, 1941.-- pp 205-305.



10 OCT. 2001

- 8.) Hein Morris.-- Química Elemental / Morris Hein ; trad. por Virgilio González.-- 3ª ed.-- México : Editorial Iberoamérica, 1992.-- pp 438-440.
- 9.) Organización Mundial de la Salud.-- Recomendaciones: guías para la calidad del agua potable.-- 2ª ed.-- España : O.M.S., 1995. 119p.
(Ingeniero Javier Quiñonez, Centro de Investigaciones de Ingeniería USAC.)
- 10) Padilla. R.-- Métodos Rápidos para análisis de aguas.-- Tesis (Ingeniero Químico) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1982.-- 60p.
- 11) Ross, Phillip W.-- Microbiología bucal y clínica / W. Phillip Ross ; trad. por Ma. Del Rosario Carsolio Pacheco.-- 2ª ed. México : Editorial Científica, 1985. pp. 145-155.
- 12) Vernon, L. Snoayenkin.-- Química del agua / L Snoayenkin Vernon, David Jenkins ; trad. por Salvador Ayaneguis.-- México : Editorial Limusa, 1985.-- 508p.

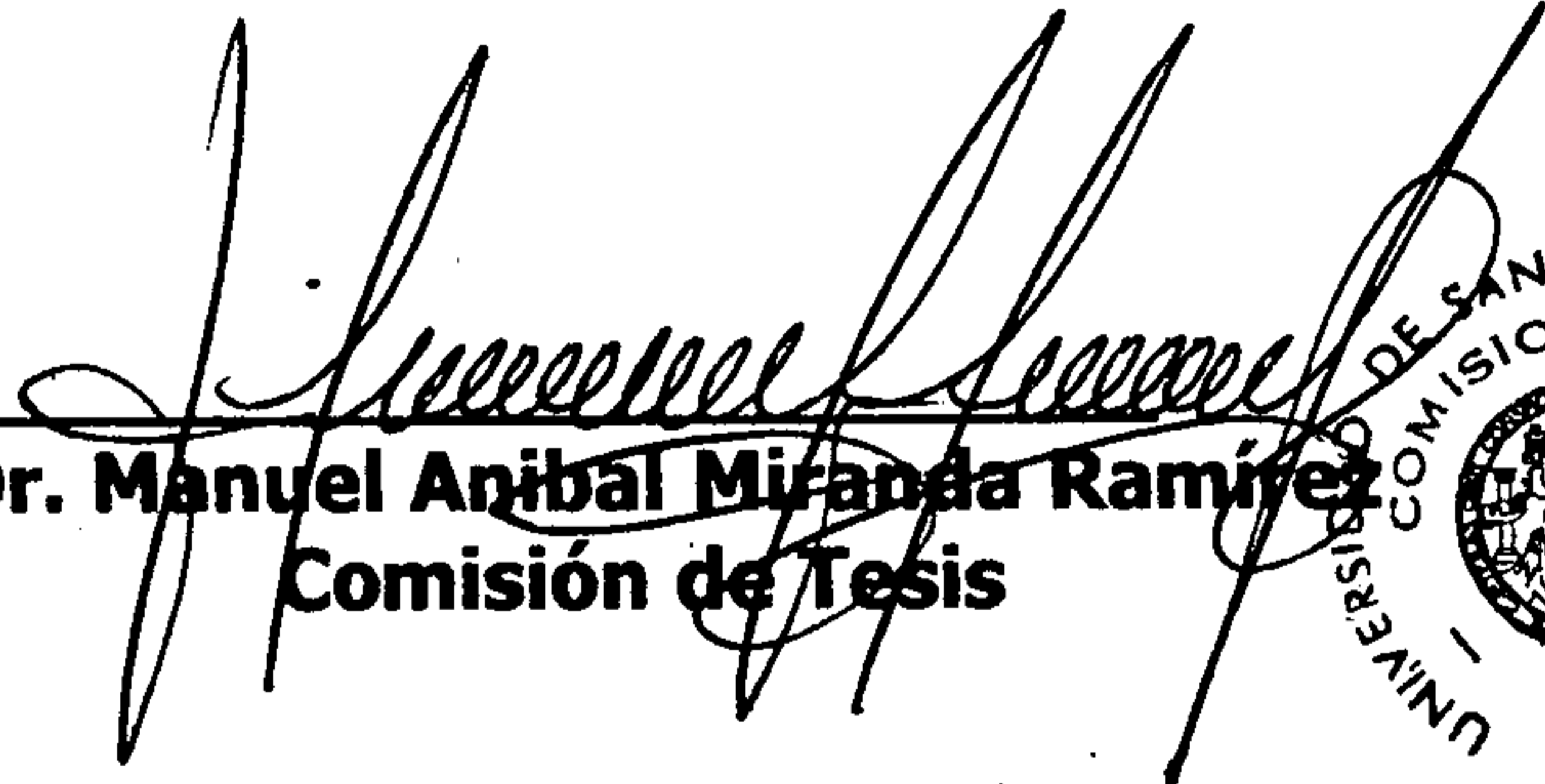




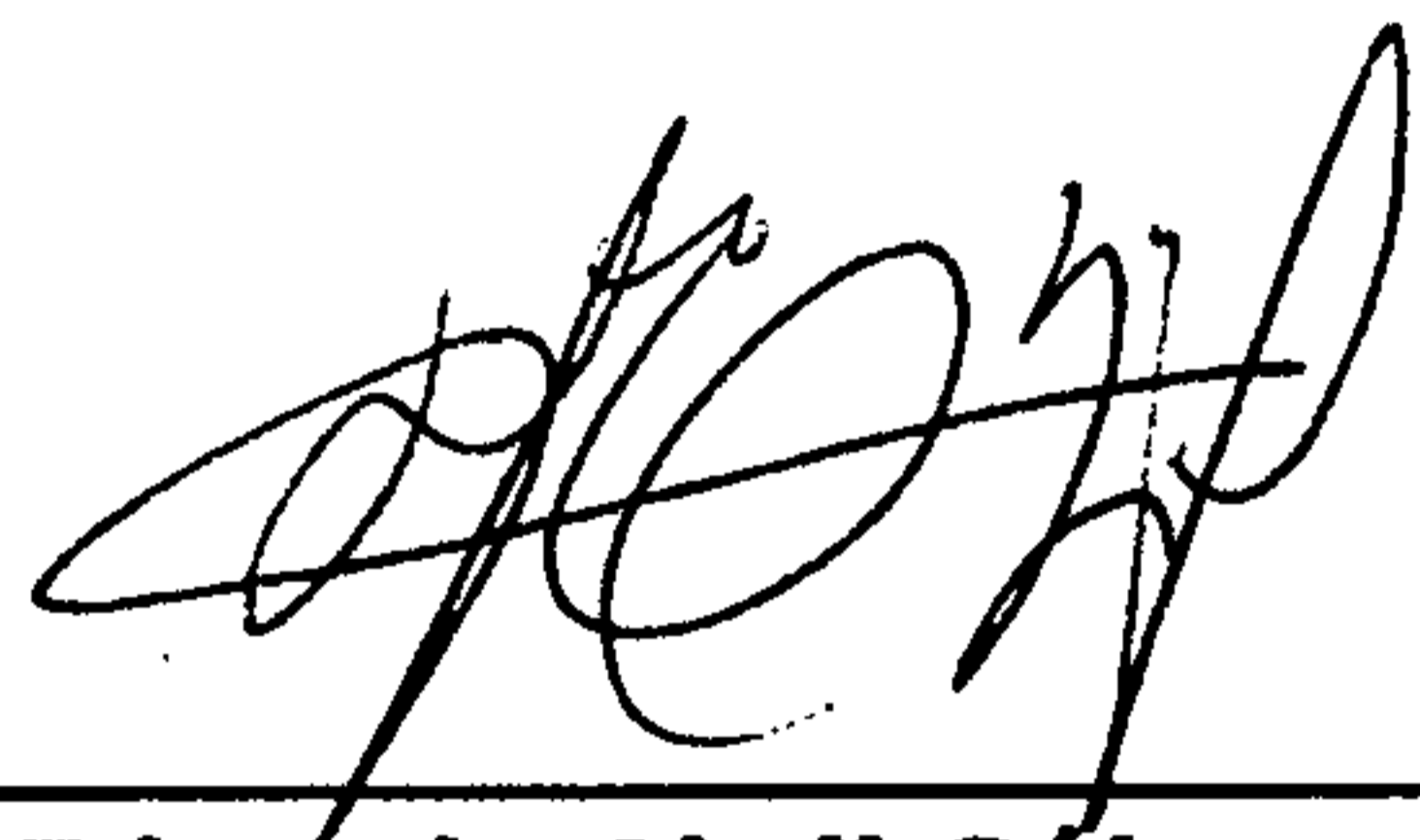
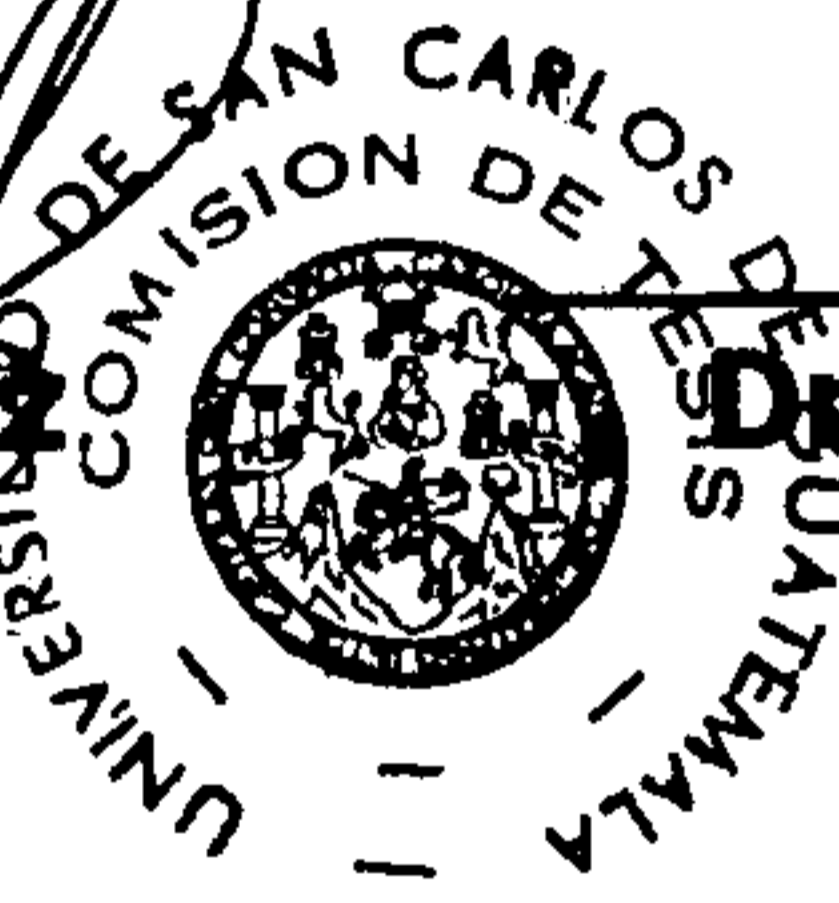
Br Mario Enrique Aguilar Montiel



Dr. Oscar Stuardo Toralla de León
Asesor



Dr. Manuel Anibal Miranda Ramirez
Comisión de Tesis



Dr. Eduardo Abril Galvez
Comisión de Tesis



IMPRIMASE:

Dr. Otto Raúl Torres Bolaños
Secretario