



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
**DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR**  
**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Lugar: Chiapa de Corzo, Chiapas  
Fecha: 21 de octubre de 2021

C. Alfredo Manuel Alfaro Moreno

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

“Diagnóstico de las enfermedades gastrointestinales por la calidad del agua en la ciudad de Chiapa de Corzo entre 2015 y 2020”

En la modalidad de: Informe Técnico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Dr. Rubén Alejandro Vásquez Sánchez

M. en C. Ulises González Vázquez

**Firmas:**

[Firma]  
[Firma]  
[Firma]

Ccp. Expediente



# **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**P.E. DE INGENIERIA AMBIENTAL**

## **INFORME TÉCNICO**

**“Diagnóstico de las enfermedades gastrointestinales por  
la calidad del agua en la ciudad de Chiapa de Corzo,  
Chiapas entre 2015 y 2020”**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTA**

**Alfredo Manuel Alfaro Moreno**

**DIRECTOR:**

**M. C. Ulises González Vázquez**

**Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Octubre de 2021**

**Agradecimientos:**

A todos aquellos que de una u otra forma me han apoyado desde el ingreso en el plantel hasta la conclusión de este proyecto, desde quienes estaban como compañeros Tessa, Selene, Juan, Mayra, y maestros que respondían mis dudas en clases hasta a mis amigos de fuera Christopher, Kevin y Rafael que siempre apoyaban moralmente y cuando podían de formas más directas con ideas y comentarios. A mi director M.C Ulises Gonzáles que me acepto cuando tuve problemas. A mis padres Jorge y Martha junto a mis hermanos Jorge y Nataly.

**Alfredo Manuel Alfaro Moreno**

## Índice de Contenido

<b>1.- Introducción</b> .....	7
<b>2.- Planteamiento del Problema</b> .....	9
<b>3.- Marco Teórico</b> .....	11
<b>3.1.- El agua como elemento fundamental</b> .....	11
<b>3.2.- El agua en la salud</b> .....	12
<b>3.2.1.- Microorganismos perjudiciales presentes en el agua</b> .....	13
<b>3.3.- Caracterización del agua en el rio Grijalva</b> .....	15
<b>3.4.- Área de estudio</b> .....	17
<b>3.5.- Marco normativo</b> .....	17
<b>3.5.1.-Normas Oficiales Mexicanas</b> .....	17
<b>3.5.2.-Ley de aguas estatales</b> .....	19
<b>3.6.- Enfermedades gastrointestinales</b> .....	19
<b>3.6.1.-Enfermedades gastrointestinales en el mundo</b> .....	20
<b>3.6.2.-Enfermedades gastrointestinales en México</b> .....	21
<b>3.7.-Contaminantes del agua</b> .....	23
<b>3.7.1.-Pesticidas o plaguicidas</b> .....	23
<b>3.7.2.-Productos farmacéuticos</b> .....	24
<b>3.7.3.-Compuestos del día-día</b> .....	25
<b>3.7.4.-Cuidado personal</b> .....	25
<b>3.7.5.-Aditivos alimentarios</b> .....	25
<b>4.- Objetivos</b> .....	27
<b>5.- Metodología</b> .....	28
<b>6.- Presentación y análisis de resultados</b> .....	32
<b>7.- Conclusiones</b> .....	40
<b>8.- Bibliografías</b> .....	41
<b>9.- Anexos</b> .....	46

## Índice de Figuras

Figura 1. Variaciones de la composición corporal y cambios según la edad .....	11
Figura 2. Principales microorganismos bioindicadores de calidad del agua para consumo humano .....	13
Figura 3. Concentraciones en la cuenca del rio Grijalva.....	15
Figura 4. Concentraciones en la cuenca del rio Grijalva.....	16
Figura 5. Concentraciones en la cuenca del rio Grijalva.....	16
Figura 6. Análisis granulométrico rio Grijalva.....	16
Figura 7. Límites permisibles de características químicas .....	18
Figura 8. Diagrama metodológico.....	28
Figura 9. Casos de enfermedades gastrointestinales en el hospital básico comunitario ...	33
Figura 10. Cantidad aproximada de enfermedades gastrointestinales reportados en clínicas particulares. ....	34
Figura 11. Encuestas realizadas a domicilio.....	36
Figura 12. Uso del agua en el hogar.....	37
Figura 13. Encuestas realizadas a domicilio.....	38
Figura 14. Encuestas realizadas a domicilio.....	38
Figura 15. Encuestas realizadas a domicilio.....	39
Figura 16. Encuestas realizadas a domicilio.....	39

## Índice de Fotos

Foto 1.- Entrega de encuesta .....	32
Foto 2.- Entrega de encuesta .....	32

## **Índice de Mapas**

Mapa 1. Ubicación de los puntos de muestreo.....	15
Mapa 2. Ubicación de los puntos de muestreo.....	29
Mapa 3. Ubicación de las entradas de agua entubada en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas .....	30
Mapa 4. Mapa de ubicación de domicilios encuestados.....	35

## 1.- Introducción

Las enfermedades gastrointestinales, que comúnmente originan problemas en la población de nuestro país, se generan por una amplia gama de factores (Cortez *et al.*, 2011). En el presente informe técnico se destacará como ha influido este padecimiento en la población por el consumo y utilización del agua de la red en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas.

Llama la atención que siendo esta una de las primeras ciudades fundadas en el estado aún se presenten una gran cantidad de casos de enfermedades gastrointestinales en los infantes. Esta preocupación que se tiene de manera general en un buen número de pobladores genera el interés por realizar un estudio para conocer estadísticamente la realidad que se vive en este municipio.

Este informe se fundamentará en la obtención de datos históricos en las dependencias gubernamentales y particulares del municipio. Así como también se realizará la comparativa entre las épocas de lluvia y sequía, realizando una investigación que se efectuara con base a encuestas de datos estadísticos que tienen las instituciones seleccionadas.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI): En el 2017, de los 569 decesos por Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) en menores de 5 años, la causa principal de muerte fue la clasificada como diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso ya que representó el 96.3% (548 casos). Como segunda causal, aparecen las infecciones intestinales debidas a otros organismos especificados con 8 casos lo cual es un 1.4% (INEGI, 2018).

Se reconoce que el ausentismo laboral es una problemática de salud pública con un reciente interés de estudio en América Latina desde el año 2005 en países como México. Se referencio que la principal causa de ausentismo es la atribuida a incapacidad médica de mediano y largo plazo por situaciones asociadas con la salud del trabajador (Tatamuez *et al.*, 2018).

La mayoría de las enfermedades relacionadas con el agua siguen una tradicional vía fecal-oral y los brotes se caracterizan porque enferman a varias personas a la vez que toman o usan las mismas fuentes de agua (Tebbutt, 2002) Esto da margen a poder realizar esta investigación ya que involucra a los integrantes de una misma casa-habitación y su presencia en los centros de salud quedan debidamente registrados, así como también en las clínicas particulares que se van a encuestar.

La mayoría de la clase trabajadora del municipio de Chiapa de Corzo corresponde a ciudadanos en edad productiva que devengan salarios cercanos al mínimo (INEGI, 2021), esto genera una preocupación ya que cuando se presentan episodios de enfermedades gastrointestinales deben faltar a sus labores y asistir a las unidades médicas que están a su alcance.

Visualmente se puede dar cuenta de que el agua de la red es de muy baja calidad y no es potable, es responsabilidad de los ingenieros ambientales hacer un llamado a las autoridades y a la población en general para dar solución a esta problemática ambiental y sanitaria. Existen inconvenientes para lograr estas metas tan ambiciosas pero muy necesarias para la sociedad y porque no servir de ejemplo para que las generaciones futuras gocen de una mejor calidad de agua en sus hogares y un manejo adecuado acompañado de cómo prevenir y las mitigaciones de la calidad del agua como fuente de abastecimiento de Chiapa de Corzo



## 2.- Planteamiento del Problema

La calidad del agua se relaciona de forma directa con la vida de las poblaciones rurales, especialmente en lugares donde el abastecimiento se realiza de forma directa de los escurrimientos superficiales o donde se depende del recurso hídrico para actividades de pesca y recreación. La calidad de agua es relevante, para determinar su uso, además de que es un indicador del manejo y de la contaminación (Musalem *et al.*, 2018).

Las enfermedades gastrointestinales son uno de los principales problemas de salud pública en México. Se transmiten, ya sea por vía fecal-oral, o bien por el consumo de agua y alimentos contaminados. Afectan principalmente a la población infantil, y tanto su incidencia como su prevalencia dependen del nivel socioeconómico de los pacientes (Cortez *et al.*, 2011).

Las enfermedades gastrointestinales son uno de los principales problemas de salud en México, la región sureste, donde se ubica el estado de Chiapas, mantiene tasas elevadas de morbilidad y mortalidad infantil causadas por enfermedades infecciosas, muchas de ellas de origen gastrointestinal. La mala calidad del agua se identifica como uno de los principales factores de riesgo de mortalidad infantil por enfermedades infecciosas, junto con la desnutrición. Según datos del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Chiapas presenta las tasas más altas de mortalidad infantil del país por EDA de 10.76/1 000 nacidos vivos, cifra tres veces más elevada que la media nacional de 2.9/1 000 nacidos vivos (Galdos *et al.*, 2016).

En Chiapas, los principales problemas de disponibilidad del agua son el desabasto y su falta de potabilización. En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua u otro tipo de fuentes naturales superficiales expuestas a la contaminación debida a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas. A raíz de ello las comunidades intentan realizar soluciones temporales hasta que el desabasto finalice, pero no siempre sus soluciones tienen resultados exitosos, en especial en épocas de abril y mayo (EL HERALDO, 2021).

Según cifras del Censo de Población y Vivienda de 2010, el 87% de las viviendas en México disponen de agua entubada, mientras que en Chiapas únicamente esta cifra es de 72% de las viviendas, a pesar de la gran cantidad de recursos hidrológicos existentes en esta entidad (Castellanos & Castellanos, 2015).

### 3.- Marco Teórico

#### 3.1.- El agua como elemento fundamental

El agua es un nutriente esencial para la vida y el componente más abundante del cuerpo humano, participando de alguna manera en prácticamente todos los procesos fisiológicos. La cantidad de agua presente en el cuerpo depende de muchos factores que son variables, no solo en función de cada persona en concreto sino también según su cronología y estados fisiopatológicos. La cantidad total de agua y su distribución en los distintos compartimentos depende de factores como: edad, sexo, raza, volumen corporal, temperatura, metabolismo, estado de salud, actividades físicas, dieta, medicación, etc. (Salas *et al.*, 2020).

El agua total disminuye con la edad, desde aproximadamente un 75% del peso corporal en los primeros meses de vida hasta un 55% en las personas mayores, representando de media el 60% en los adultos (Jéquier & Constant, 2010). Además, las partes del organismo tienen porcentajes de agua muy distintos que también cambian con la edad como se aprecia en la Figura 1.

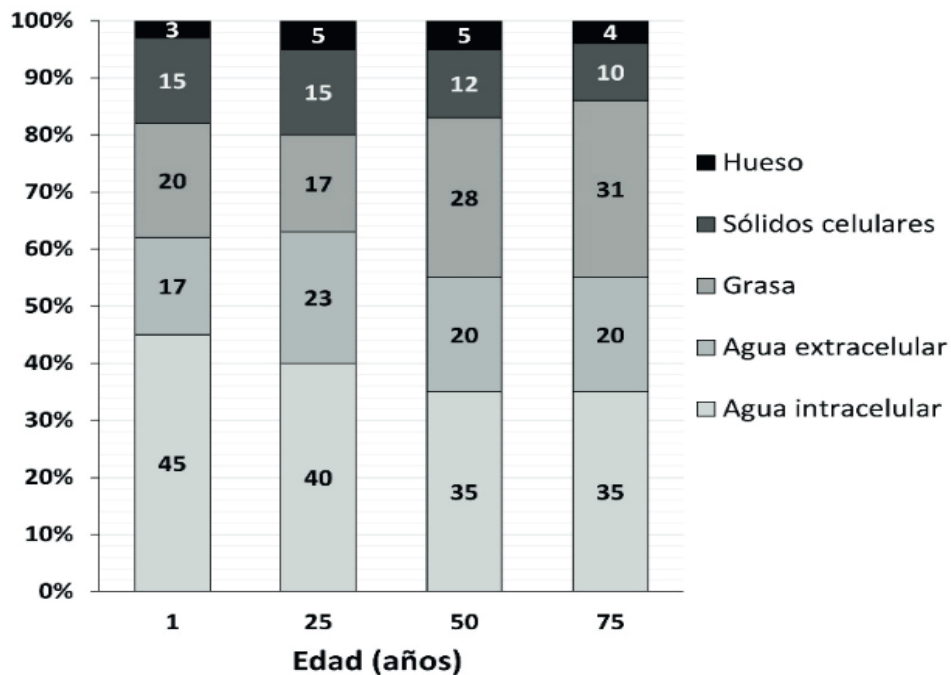


Figura 1. Variaciones de la composición corporal y cambios según la edad (Salas *et al.*, 2020)

Las necesidades de ingesta de agua vienen determinadas por factores como la edad, el sexo y el peso corporal. Además, se debe consumir más agua en determinadas circunstancias, en cantidades que compensen los incrementos de su eliminación, como con la práctica de actividad física, los climas cálidos y las alteraciones relacionadas con la salud (fiebre, vómitos y diarrea) (Salas *et al.*, 2020).

### **3.2.- El agua en la salud**

La falta de agua potable y de saneamiento básico constituyen la segunda causa de morbilidad y mortalidad en los menores de cinco años en la región de Latinoamérica y son los factores de riesgo más importantes de contagio con enfermedades asociadas al ambiente. El saneamiento básico es el conjunto de acciones de más bajo costo para eliminar higiénicamente las excretas y las aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los habitantes. La combinación del abastecimiento de agua potable salubre y el saneamiento higiénico es la condición previa para obtener resultados satisfactorios para la salud de la población (Cuéllar *et al.*, 2018).

En la relación entre el agua y la salud se plantean 3 problemas esenciales. El primero es la dificultad de los países pobres en agua y su efecto sobre las actividades humanas; el segundo es el mantenimiento de la calidad del agua ante su demanda creciente; el tercero es la relación entre salud y agua, especialmente en lo referente a enfermedades relacionadas con una cantidad insuficiente de agua o agua de poca calidad (María *et al.*, 1999) La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa a todos los países del mundo, tanto en desarrollo como desarrollados, por la importancia que tiene para la salud de la población (Cuéllar *et al.*, 2018).

En varios países de América Latina y el Caribe, las enfermedades diarreicas agudas figuran entre las 10 causas principales de defunción y son responsables de miles de muertes por año, sin incluir otras similares. Una enfermedad que constituye un importante problema de salud en las zonas urbanas y rurales de todo el mundo es la hepatitis A, la cual es producida por un virus, y se presenta en forma esporádica

y epidémica, con tendencia a recurrencia cíclica, guardando estrecha relación con el deficiente saneamiento ambiental (María *et al.*, 1999).

### 3.2.1.- Microorganismos perjudiciales presentes en el agua

Los indicadores microbiológicos de contaminación del agua generalmente han sido bacterias de la flora saprófita intestinal, entre las que se encuentran *Bacteroides fragilis*, bacterias mesófilas, coliformes totales, y fecales (termotolerantes), *Escherichia coli* y estreptococos fecales. Algunas de estas, de origen animal (generalmente de explotaciones pecuarias), representan un alto potencial zoonótico, siendo abundantes estreptococos fecales y parásitos como *Giardia intestinalis* y *Cryptosporidium* spp, que tienen una mayor resistencia a los procesos de tratamiento y desinfección del agua para consumo humano (Ríos *et al.*, 2017). A continuación, se mencionan algunos grupos de organismos transmitidos por el agua y aquellos que se emplean como bioindicadores de calidad del agua, agrupados en la Figura 2.

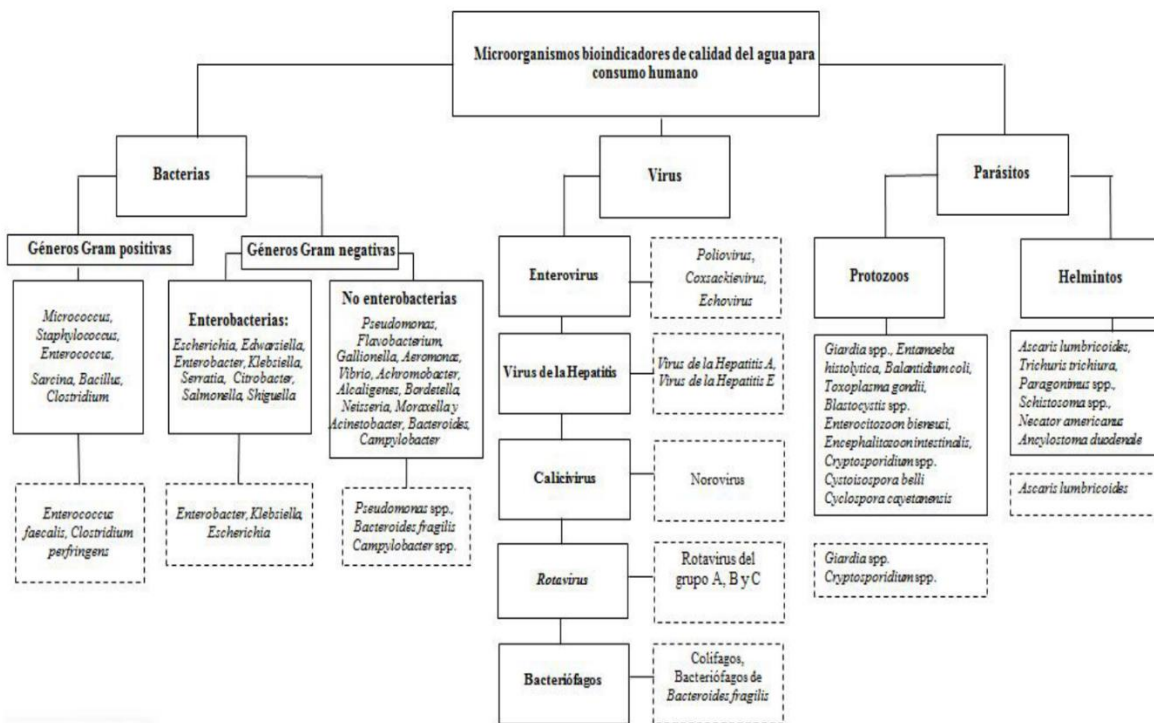
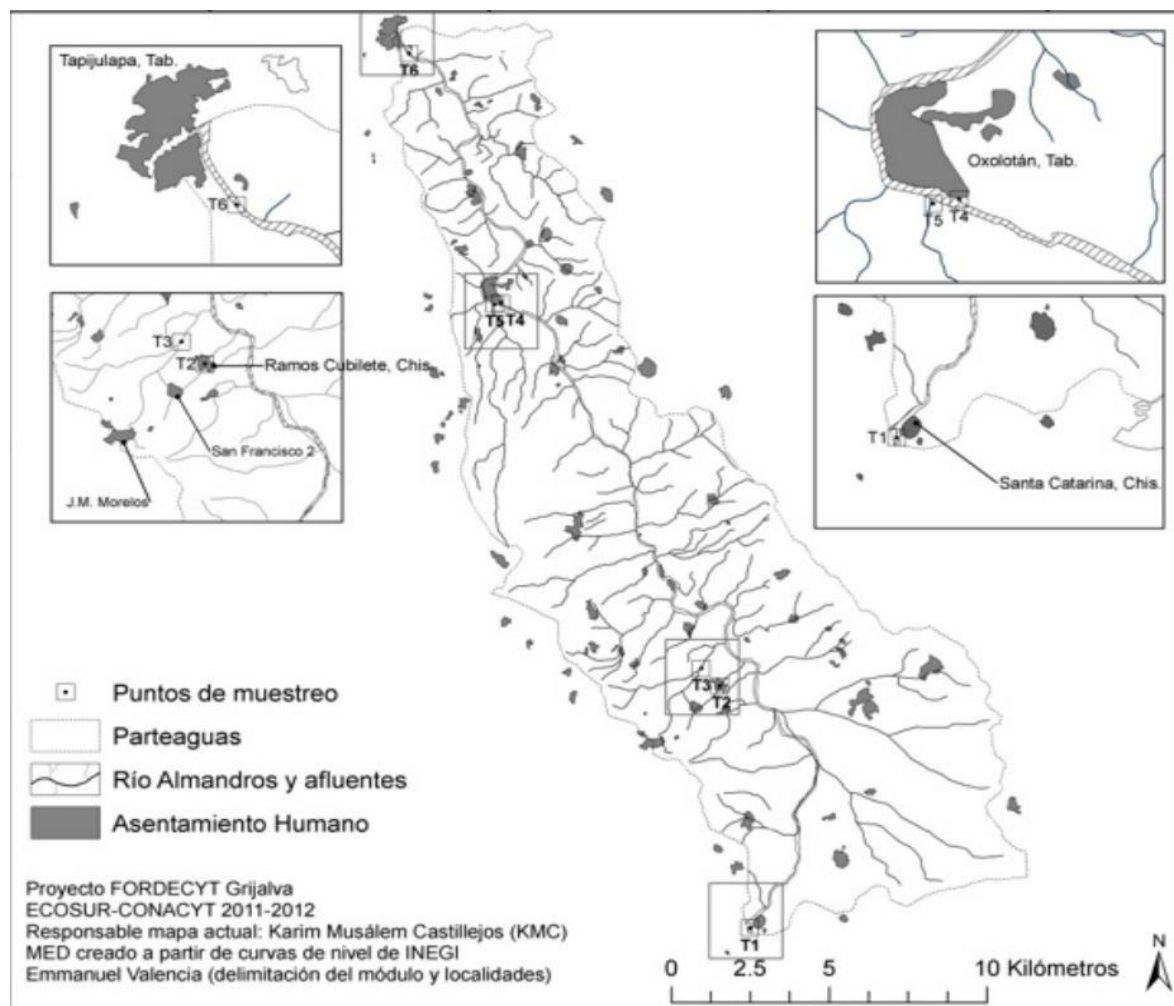


Figura 2. Principales microorganismos bioindicadores de calidad del agua para consumo humano (Ríos *et al.*, 2017)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) documentó los peligros microbianos derivados del consumo de agua tratada de manera no eficiente por parte de los sistemas municipales en 2008. Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (como protozoos y helmintos). Las asociadas con su ingesta son de tipo gastrointestinal, como las diarreicas, algunas de las cuales son incluso mortales (Galdos *et al.*, 2016).

Las variables de calidad de agua permiten tener una visión de un momento determinado, y sirven como línea base para observar los cambios o tendencias en las cuencas. La combinación de varios factores biofísicos, sociales y ambientales genera un alto grado de vulnerabilidad a los desastres ocasionados por eventos como deslizamientos e inundaciones, además en la región hay gran interés por los recursos mineros, actividad que puede causar daños irreversibles al medio ambiente (Musalem *et al.*, 2018).

### 3.3.- Caracterización del agua en el río Grijalva



Mapa 1. Mapa de muestreo realizado por (Musalem *et al.*, 2018) en su caracterización

Punto	OD (mg L <sup>-1</sup> )		pH		SDT (mg L <sup>-1</sup> )		SST (mg L <sup>-1</sup> )		DQO (mg L <sup>-1</sup> )		DBO (mg L <sup>-1</sup> )	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
T1	7.6	9.2	7.9	8.5	420	590	186	4	32	3.4	9.4	NA
T2	6.2	5.5	6.8	7.2	660	680	2	1	6	2.7	NA	NA
T3	7.6	7.7	8.1	8.4	420	440	20	6	37	4.2	4.2	2.4
T4	10.7	12.9	7.7	8.2	570	460	21	6	29	2.3	6.2	1.9
T5	7.0	8.7	7.8	8.3	380	410	51	1	19	2.8	4	2
T6	7.8	8.4	8.1	8.4	450	530	304	4	43	3	18.5	2.1

NA = muestra no analizada.

Figura 3. Concentraciones en la cuenca del río Grijalva realizado por (Musalem *et al.*, 2018)

Punto	N (mg L <sup>-1</sup> )		Nitratos (mg L <sup>-1</sup> )		Nitritos (mg L <sup>-1</sup> )		P (mg L <sup>-1</sup> )		Fosfatos (mg L <sup>-1</sup> )		Turbidez (UTN)	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
T1	2.8	0.2	2	0.2	0.01	0	0.04	0.07	0.04	0.07	179	8
T2	2.3	2.6	1.2	1.1	0.01	0	0.05	0.05	0.05	0.05	2	3
T3	1.2	1	0.6	0.8	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.04	19	9
T4	1.1	0.3	0.2	0	0.01	0.01	0.06	0.05	0.06	0.05	24	10
T5	1.4	0.3	0.3	0.1	0.01	0.01	0.04	0.05	0.04	0.05	55	5
T6	0.5	0.3	0.4	0.1	0.01	0.01	0.04	0.08	0.04	0.08	311	8

Figura 4. Concentraciones en la cuenca del rio Grijalva realizado por (Musalem *et al.*, 2018)

Punto	Dureza (CaCO <sub>3</sub> /100 mL)		Colif tot (NMP/100mL)		E. coli (NMP/100mL)		As (µg L <sup>-1</sup> )		Hg (µg L <sup>-1</sup> )	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
T1	182	243	15 531	7 701	12 033	1 785	< 0.05	0.64	< 0.05	4.62
T2	295	281	3 784	839	161	86	< 0.05	0.03	< 0.05	2.33
T3	190	174	738	2 602	462	410	< 0.05	0.30	< 0.05	1.65
T4	260	183	548	1 076	122	63	< 0.05	0.13	< 0.05	4.92
T5	173	181	3 314	987	1 529	85	< 0.05	0.56	0.20	3.23
T6	189	238	24 196	1 664	> 24 196	269	< 0.05	0.47	< 0.05	3.68

Figura 5. Concentraciones en la cuenca del rio Grijalva realizado por (Musale *et al.*, 2018)

RIO	DOVELA GPS	ETIQUETA	PESO (g)	VOLUMEN (ml)	DENSIDAD ρ (g/ml)	D50											
						D50	D50	D50	D50	D50	D50	D50	D50	D50	D50	D50	D50
GRIJALVA	GR-96	669	51.99	40	1.30	0.160	0.169	0.189	0.224	0.243	0.354	0.430	1.51332634	0.92047811			
		670	179.64	160	1.12	0.158	0.165	0.182	0.210	0.225	0.267	0.279	1.42564973	0.93153121			
		671	9.3	6.5	1.43	0.159	0.166	0.183	0.211	0.227	0.269	0.293	1.42371499	0.93178437			
						1.28	PROMEDIO	0.159	0.167	0.185	0.215	0.232	0.296	0.334	1.45445052	0.92762980	
	GR-97	674	184.43	150	1.23	0.159	0.166	0.184	0.213	0.229	0.273	0.336	1.43945662	0.92973744			
		676	83.03	76	1.09	0.158	0.165	0.183	0.212	0.228	0.271	0.323	1.43806034	0.92991775			
		677	47.49	40	1.19	0.160	0.167	0.186	0.215	0.232	0.278	0.374	1.4539201	0.92788031			
						1.17	PROMEDIO	0.159	0.166	0.184	0.213	0.230	0.274	0.344	1.44383266	0.92916764	
	GR-98	681	61.48	59	1.04	0.158	0.166	0.186	0.220	0.238	0.341	0.433	1.51216931	0.92061895			
		682	92.59	79	1.17	0.157	0.166	0.188	0.225	0.246	0.383	0.462	1.57071365	0.91365156			
		683	33.4	30	1.11	0.157	0.165	0.184	0.215	0.232	0.281	0.381	1.47271167	0.92550015			
						1.11	PROMEDIO	0.157	0.165	0.186	0.220	0.239	0.335	0.426	1.51845315	0.91970125	
	GR-99	687	40.22	31	1.30	0.158	0.165	0.182	0.209	0.224	0.264	0.275	1.41305389	0.93318606			
		688	45.21	49	0.92	0.158	0.166	0.184	0.215	0.232	0.278	0.376	1.46312717	0.9267094			
		689	16.31	17	0.96	0.161	0.171	0.199	0.248	0.276	0.456	0.519	1.72131229	0.89707855			
						1.06	PROMEDIO	0.159	0.167	0.189	0.224	0.244	0.333	0.390	1.53336358	0.91638729	
	PROMEDIO POR SECCION GRIJALVA						1.16	0.159	0.166	0.186	0.218	0.236	0.310	0.373	1.48742733	0.92299732	
	GR-103	708	77.96	54	1.44	0.160	0.166	0.184	0.211	0.227	0.268	0.280	1.42084508	0.93216036			
		709	96.25	69	1.39	0.159	0.166	0.183	0.210	0.226	0.267	0.279	1.42241594	0.93195441			
		710	74.05	55	1.35	0.159	0.165	0.182	0.208	0.222	0.261	0.271	1.39695103	0.93532772			
						1.39	PROMEDIO	0.159	0.166	0.183	0.210	0.225	0.265	0.277	1.4134129	0.93312343	
	GR-104	714	201.32	150	1.34	0.159	0.167	0.184	0.213	0.228	0.271	0.319	1.43214929	0.93068415			
		715	68.28	52	1.31	0.161	0.169	0.190	0.224	0.243	0.353	0.430	1.50848525	0.92106821			
		716	13.07	8	1.63	0.159	0.166	0.182	0.209	0.224	0.264	0.275	1.40815701	0.93383429			
						1.43	PROMEDIO	0.160	0.167	0.185	0.215	0.232	0.296	0.342	1.44981064	0.92821264	
GR-105	720	29.97	24	1.25	0.163	0.173	0.199	0.244	0.269	0.441	0.504	1.65370745	0.90429123				
	721	36.65	30	1.22	0.159	0.166	0.185	0.215	0.233	0.281	0.384	1.46543587	0.92641721				
	722	10.68	11	0.97	0.162	0.173	0.201	0.249	0.277	0.471	0.538	1.70905604	0.89835652				
					1.15	PROMEDIO	0.161	0.171	0.195	0.236	0.280	0.398	0.476	1.61052502	0.90816179		
GR-106	726	106.49	80	1.33	0.159	0.165	0.181	0.207	0.221	0.260	0.270	1.39566091	0.93550053				
	727	3.27	3	1.09	0.163	0.172	0.196	0.236	0.260	0.429	0.503	1.59166207	0.91123375				
	728	83.23	60	1.39	0.159	0.165	0.181	0.207	0.222	0.260	0.271	1.39675201	0.93535434				
					1.27	PROMEDIO	0.160	0.168	0.186	0.217	0.234	0.316	0.348	1.46256384	0.9259089		
PROMEDIO POR SECCION GRIJALVA						1.31	0.160	0.168	0.187	0.219	0.238	0.319	0.380	1.48443884	0.92296208		

Figura 6. Análisis granulométrico del rio Grijalva elaborado por (Jorge González Villareal *et al.*, 2014)



### 3.4.- Área de estudio

El área de estudio está ubicada en la cabecera municipal de Chiapa de Corzo, Chiapas y se tiene contemplado visitar dos clínicas de gobierno además de dos clínicas particulares y consultorios médicos particulares tratando de que estén distribuidos de tal manera que se cubra la mayor área posible de trabajo.

Los datos estadísticos serán obtenidos en base a encuestas y fundamentados en los registros que proporcionen los establecimientos de salud tanto públicos como privados, para poder conocer los datos del periodo de estudio de este informe técnico y a la vez enriquecerlo con las incidencias de al menos 3 años atrás y poder hacer las comparativas graficas en donde se determinara la relevancia de la comparación teórica con la práctica de acuerdo a los análisis experimentales.

### 3.5.- Marco normativo

Dentro del marco normativo se consultaron las siguientes normas y leyes.

#### 3.5.1.-Normas Oficiales Mexicanas

NOM-127-SSA1-1994: Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Características	Limite Permissible mg/l
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO3)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Hierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15

Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno)	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (Lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 – D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO4=)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Figura 7. Límites permisibles de características NOM-127-SSA-1994

Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011 Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-CONAGUA-1998, Regaderas empleadas en el aseo corporal.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-CONAGUA-1998, Regaderas empleadas en el aseo corporal

Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para su uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimientos públicos y privados durante el manejo del agua.

### **3.5.2.-Ley de aguas estatales**

Ley publicada en el Periódico Oficial del Estado Libre y Soberano de Chiapas, el 07 DE JULIO DEL 2004. Artículo 3 párrafo VII “AGUA POTABLE: EL AGUA DE USO DOMESTICO, DE SERVICIOS, INDUSTRIAL O COMERCIAL, QUE REUNA LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA PARA SER OBJETO DE CONSUMO HUMANO”

Reglamento de la Ley de Aguas para el Estado de Chiapas. Título séptimo, capítulo I artículo 64. “El Instituto, realizará en forma conjunta con las Dependencias y Entidades respectivas, el monitoreo de cloro residual libre a las comunidades, garantizando a la población que el agua suministrada se encuentra apta para uso y consumo humano”.

### **3.6.- Enfermedades gastrointestinales**

Entre las infecciones gastrointestinales, la diarrea de etiología infecciosa, tanto si es debida a una bacteria como a un virus, tiene una incidencia preponderante. En el presente trabajo se abordan las infecciones gastrointestinales bacterianas y virales, con especial atención al diagnóstico y tratamiento de la diarrea de etiología infecciosa. Se denomina diarrea al aumento de la frecuencia, volumen y fluidez de las heces por causa infecciosa, anomalías congénitas (malabsorción), deficiencias enzimáticas, factores mecánicos, endocrinos, inmunológicos, nutricionales y tóxicos. La diarrea aguda se presenta como un fenómeno aislado, de naturaleza exógena y duración inferior a 2 semanas; la diarrea crónica suele durar más de 2 semanas. La diarrea infecciosa constituye uno de los problemas de salud más graves en los países subdesarrollados, en los que supone una de las principales causas de enfermedad y muerte infantil. El mecanismo infeccioso de la diarrea puede ser de tipo invasor, por colonización del tracto intestinal y toxigénico (Paredes Salido & Roca Fernández, 2004).

Algunas cepas de E. coli, denominadas enteropatógenos, son capaces de producir cuadros diarreicos por colonización del intestino delgado, pero no poseen poder invasivo ni producen toxinas. Se consideraría una disbacteriosis. Su acción consiste

en una destrucción de las microvellosidades y adherencia de las bacterias a la superficie luminal lesionada. Son causas de enteritis epidémica en la población infantil.

La salmonella entérica es la causa más frecuente de diarrea infecciosa en todo el mundo, responsable del 10-50% de todas las diarreas bacterianas. Los animales y, sobre todo, las aves constituyen el reservorio más importante del microorganismo. Se transmite al hombre a partir del agua y múltiples alimentos, sobre todo huevos de aves contaminados, mariscos y carne de animales infectados o en contacto con estos microorganismos. La causa desencadenante de la diarrea es la invasión de la mucosa del intestino delgado, con la consiguiente lesión del epitelio, junto con la producción de una enterotoxina (Paredes Salido & Roca Fernández, 2004)

Los virus rotavirus son el grupo más importante productor de gastroenteritis y de epidemias nosocomiales y se transmite por vía oral, fundamentalmente. Los virus invaden el epitelio intestinal y producen un efecto citopático, que se manifiesta por una intensa diarrea de duración variable, acompañada de náuseas, vómitos y, bastantes veces, fiebres, linfocitosis y deshidratación grave.

Los virus del grupo Norwalk son infecciones muy difundidas, benignas y autolimitadas, que aparecen durante todo el año, y especialmente en otoño e invierno. Se transmiten por vía oral-fecal, a partir de una fuente común, como el agua, alimentos y baños. Producen gastroenteritis y se caracterizan por un período de incubación de 24 horas, seguido de cefalgia, náuseas, vómitos y diarreas (se observa un predominio de los vómitos en niños y de diarreas en adultos). Afectan al intestino delgado, en el que se observa un acortamiento y ensanchamiento de las vellosidades intestinales (Paredes Salido & Roca Fernández, 2004).

### **3.6.1.-Enfermedades gastrointestinales en el mundo**

Mundialmente, las infecciones gastrointestinales son una de las causas más importantes de morbimortalidad entre los lactantes y niños. Se ha estimado que en Asia, África y Latinoamérica la probabilidad de que un niño muera antes de los 5 años puede llegar a 50%, aunque esto depende de factores socioeconómicos y

nutricionales. Las enfermedades gastrointestinales infecciosas son causadas por bacterias (principalmente *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*), parásitos (*Giardia lamblia* y amibas), y virus (Rotavirus y virus Norwalk) al consumir alimentos y agua contaminados con materia fecal. Las infecciones agudas del tracto gastrointestinal figuran entre las enfermedades infecciosas más frecuentes. Los cuadros gastrointestinales pueden presentarse en cualquier época del año, pero el riesgo de sufrir estas enfermedades se incrementa en la temporada de calor. Las manifestaciones clínicas más destacadas de la gastroenteritis son: fiebre, vómito, dolor abdominal, y diarrea moderada o intensa. La gastroenteritis es uno de los principales motivos de demanda de atención médica en los centros de salud. A pesar de que su mayor incidencia se presenta en personas de 20 a 40 años, los niños y los ancianos son los que suelen sufrir sus efectos fulminantes, debido a la excesiva pérdida de electrolitos que aflige al cuerpo durante la enfermedad y que puede causar una deshidratación grave (Cortez *et al.*, 2011).

El virus Norwalk se considera como la causa más importante de brotes epidémicos de gastroenteritis no bacterianas que se presentan en escuelas, hospitales, geriátricos y medio familiar, y que afectan a adultos, escolares, niños y personas de edad avanzada. De hecho, recientemente a un crucero británico se le han cerrado las puertas de Grecia, Italia y España, al llevar a bordo pasajeros infectados por este virus, altamente contagioso (Paredo Salido & Roca Fernández, 2004).

### **3.6.2.-Enfermedades gastrointestinales en México.**

Fiebre tifoidea, paratifoidea y otras salmonelosis La salmonelosis es causada por *Salmonella* spp, de la que existen más de 2 500 serotipos. Los serotipos aislados en México más frecuentes son: Typhimurium, Enteritidis, Derby, Agona y Anatum (Cogco *et al.*, 2000). Los diversos serotipos tienen diferentes grados de adaptación y patogenicidad. *Salmonella enterica* serotipo Typhi y *Salmonella enterica* serotipo Paratyphi causan enfermedades severas en humanos, como el síndrome séptico y las fiebres tifoidea y paratifoidea. Los estados en los que se ha reportado el mayor número de casos son: Tabasco, Chiapas, Coahuila, Sinaloa, y Veracruz (Gutiérrez *et al.*, 2008).

*Campylobacter jejuni* es la especie más comúnmente involucrada en las enfermedades diarreicas. Es responsable de 80-85% de las infecciones entéricas por *Campylobacter*. En segundo lugar, se encuentra *Campylobacter coli*, que causa 10-15% de las infecciones. Los cuadros diarreicos causados por la campilobacteriosis en los adultos pueden durar, cuando mucho, una semana. En los niños menores de cinco años, sin embargo, implica el riesgo de morir por deshidratación. Frente a una infección causada por *Salmonella* o *Shigella*, la infección por *Campylobacter* suele ser menos aguda (menos fiebre y síntomas generales) (Moore *et al.*, 2005). En México, se desconoce la situación real de este padecimiento, puesto que el sector salud no lleva un control diagnóstico de las enfermedades diarreicas. En nuestro país deben ser más frecuentes las campilobacteriosis en humanos que consumen alimentos de origen aviar. Por ello, los estudios epidemiológicos al respecto son prioritarios. La campilobacteriosis es aún más frecuente que la salmonelosis, y se calcula que es la enfermedad entérica bacteriana más común en los países desarrollados. *C. jejuni* ha sido la causa más frecuente de diarreas infecciosas agudas, superando las infecciones causadas por *Salmonella spp* y *Shigella spp* (Gutiérrez *et al.*, 2008).

En cuanto a la *Yersinia enterocolitica* se desconoce su presencia, aunque posiblemente pueda encontrarse ampliamente distribuida. Sin embargo, en los laboratorios clínicos no se lleva a cabo el diagnóstico de manera rutinaria. Dentro de los pocos trabajos realizados al respecto en nuestro país existe uno en el que se hace la determinación de biotipos y serotipos en cepas aisladas de cerdos (Elizalde *et al.*, 2001).

La gastroenteritis viral. Se dice que 90% de las enfermedades infecciosas intestinales son causadas por virus, fundamentalmente por el rotavirus. Este último es el más frecuente y peligroso por los altos índices de deshidratación que ocasiona, y por ser la infección más frecuente durante los meses fríos y secos. En el mundo, el rotavirus es la causa principal de gastroenteritis aguda con diarrea grave y deshidratación; afecta sobre todo a niños menores de cinco años (Esparza *et al.*, 2009).

### **3.7.- Contaminantes del agua**

El impacto de la población sobre los sistemas ecológicos del planeta se ha ido haciendo más aparente en los últimos años, poniendo de manifiesto la estrecha relación existente entre los niveles de contaminación ambiental y la salud de la población. Las enfermedades infecciosas representan un gran riesgo y son la principal causa de muerte en niños y adultos jóvenes. Dentro de las enfermedades infecciosas los virus son los principales causantes de brotes relacionados con la contaminación del agua y los alimentos en los países más desarrollados, donde la mejora de los tratamientos de depuración de las aguas residuales ha reducido la transmisión de la mayor parte de los patógenos bacterianos (Bofill-Mas *et al.*, 2005).

Los Contaminantes Emergentes (CE) es un término usado generalmente para referirse a compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de distribución y/o concentración, por lo que pasan inadvertidos; no obstante, ahora están siendo ampliamente detectados y tienen el potencial de acarrear un impacto ecológico, así como efectos adversos sobre la salud (Barcelo *et al.*, 2007).

Los CE comprenden una amplia gama de compuestos químicos, productos farmacéuticos, productos de cuidado personal, agentes tensoactivos, plastificantes y aditivos industriales, que no están incluidos en el monitoreo actual de programas de tratamiento de aguas; también incluyen la síntesis de nuevos compuestos químicos o cambios en el uso y disposición de los productos químicos ya existentes (Murray *et al.*, 2010) de los cuales existe una limitada información disponible sobre el efecto que puede causar en la salud humana y en la ecología (Smital, 2008).

#### **3.7.1.-Pesticidas o plaguicidas**

Los pesticidas son sustancias o mezclas de sustancias destinadas a prevenir, destruir, repeler o mitigar las plagas. Debido a la regulación de la cual han sido objeto, se han estudiado durante décadas y, en consecuencia, se tiene un razonable conocimiento sobre su presencia y destino en el medio acuático. En los últimos años la preocupación en torno a estos productos se centra en los metabolitos, productos

de degradación, que han sido en su mayor parte ignorados hasta la fecha y que se ha visto que pueden ser más tóxicos que los compuestos a partir de los cuales se generan (Kolpin *et al.*, 2004). De acuerdo con su estructura química, los plaguicidas se clasifican en diversas familias, que incluyen desde los compuestos organoclorados y organofosforados hasta compuestos inorgánicos.

Son diversos los tipos de plaguicidas que, en períodos prolongados, desde múltiples fuentes y a dosis bajas, penetran al organismo utilizando distintas vías. Las principales fuentes de exposición en la población son los alimentos de origen vegetal o animal (López, 1993).

### **3.7.2.- Productos farmacéuticos**

La presencia de productos químicos farmacéuticos en el medio acuático ha sido reconocida como una preocupación. Estos residuos farmacéuticos son transportados al ciclo del agua por diferentes rutas: las plantas de tratamiento de aguas residuales actúan como una puerta de entrada de estos productos a los cuerpos de agua, porque muchos de estos compuestos no son realmente retenidos en sus procesos y, además, porque muchos residuos farmacéuticos veterinarios son descargados directamente al ecosistema. Lo que ha despertado una mayor preocupación con respecto a estos fármacos ha sido el hallazgo de algunos de ellos (como el ibuprofeno, el diclofenaco, la carbamazepina o el ácido clofibrato) en aguas potables (Delgado, 2011).

Según las propiedades físico-químicas de los fármacos, sus metabolitos, productos de degradación, y las características de los suelos, estas sustancias pueden llegar a alcanzar las aguas subterráneas y contaminar los acuíferos o bien quedar retenidas en el suelo y acumularse pudiendo afectar al ecosistema y a los humanos a través de la cadena trófica (Barcelo *et al.*, 2007).

A escala mundial los fármacos más usados son analgésicos, antihipertensivos y antimicrobianos.



### **3.7.3.- Compuestos del día-día**

La cafeína, la nicotina, y el metabolito de la nicotina han sido ampliamente detectados en el agua subterránea impactada por aguas residuales encontraron altas concentraciones de los edulcorantes artificiales de acesulfame, sacarina, ciclamato y sucralosa en las aguas subterráneas afectadas por estanques de infiltración de aguas residuales, y mostraron acesulfamo a ser ampliamente detectada en el medioambiente debido a su uso, la movilidad y la persistencia. (Teijón *et al.*, 2008).

Las fuentes comunes de cafeína incluyen tanques sépticos, así como el tratamiento de aguas residuales de descarga a las aguas superficiales y subterráneas de la superficie de intercambio de agua en los sistemas acuíferos aluviales.

### **3.7.4.- Cuidado personal**

Los productos de cuidado personal se diferencian de los farmacéuticos ya que en grandes cantidades pueden ser directamente introducidos al ambiente. Estos productos pueden afectar a los organismos acuáticos y a los humanos en ciertas concentraciones, estando presentes como: DEET-N, N-dietil-meta-toluamida, el ingrediente activo más común de los repelentes de insectos; parabenos -ésteres de alquilo del ácido p-hidroxibenzoico, utilizados desde los años 1930 como agentes bacteriostáticos y fungistáticos en medicamentos, cosméticos, y alimentos; bactericida y agentes antifúngicos-, triclosán ampliamente utilizado en productos domésticos, tales como rociadores de dientes, jabón y antimicrobianas; almizcles policíclicos -tonalide y galaxolide utilizados como fragancias en una amplia gama de agentes de lavado y de limpieza y de higiene personal-; filtros de protección solar UV/, compuestos principalmente por aromáticos conjugados lipofílicos, detectados en medio acuoso (Jeon *et al.*, 2006).

### **3.7.5.- Aditivos alimentarios**

El citrato de trietilo se usa como aditivo alimentario para estabilizar espumas, por ejemplo, la clara de huevo; también se utiliza en recubrimientos farmacéuticos y como plastificante. Hidroxianisolbutilado (BHA) e hidroxitoluenobutilado (BHT) se utilizan para prevenir el deterioro de la grasa en alimentos. Otros aditivos alimentarios incluyen alcanfor, 1,8-cineol (eucaliptol), citral, citronelal, cis3-hexenol,

heliotropina, ácido hexanoico, mentol, alcohol feniletílico, triacetina, y terpineol. Algunos de estos pueden estar implicados como agentes oxidantes o disruptores endocrinos (Joblings, 1995).

Los aditivos alimentarios que se han detectado en las aguas subterráneas son el acesulfame edulcorantes, sacarina y sucralosa (Buerge, 2009) así como otros agentes de conservación, tales como parabenos. Este grupo de compuestos no han sido ampliamente estudiados en las aguas subterráneas, pero se considera que son de cuidado y se deben tener en cuenta en estudios futuros.

#### **4.- Objetivos**

##### **Objetivo Principal:**

Realizar un diagnóstico entre el uso y consumo del agua de la red en correlación enfermedades gastrointestinales en la población de la ciudad de Chiapa de Corzo, Chiapas en el periodo que abarca de 2015 y 2020.

##### **Objetivos Específicos:**

- Recolección de datos históricos en dependencias públicas y privadas de salud.
- Realizar una estadística basada en una encuesta sobre los casos de enfermedades gastrointestinales que se presentaron en años anteriores durante el periodo del presente estudio.
- Procesar los datos obtenidos para elaborar las gráficas comparativas, con las variables a estudiar.

## 5.- Metodología

El estudio se clasifica como descriptivo, ya que el problema de la calidad del agua es conocido y se realizará la comparación en base a las encuestas que se aplicaran a las clínicas y a los médicos particulares, sobre las incidencias de las enfermedades gastrointestinales de la población.

Es un estudio analítico (comparativo) ya que se analizarán con graficas comparativas de los resultados obtenidos de las encuestas del periodo a estudiar. También se graficarán estos resultados actuales con años anteriores para realizar una comparación de las incidencias. Se alcanza la transversalidad ya que se incluyen los datos de años anteriores.

Se buscará una caracterización del rio Grijalva para poder demostrar la presencia de elementos nocivos para la salud presentes en el agua que se utiliza en los hogares de Chiapa de Corzo, Chiapas.

Las encuestas serán enviadas a centros de salud públicos y clínicas particulares con pequeñas variaciones en las preguntas entre ambas encuestas. Una vez realizada la recolección de datos se comenzará a clasificar los datos acumulados para poder comprobar si existe alguna relación entre las enfermedades gastrointestinales y el agua que se obtiene de la red pública.

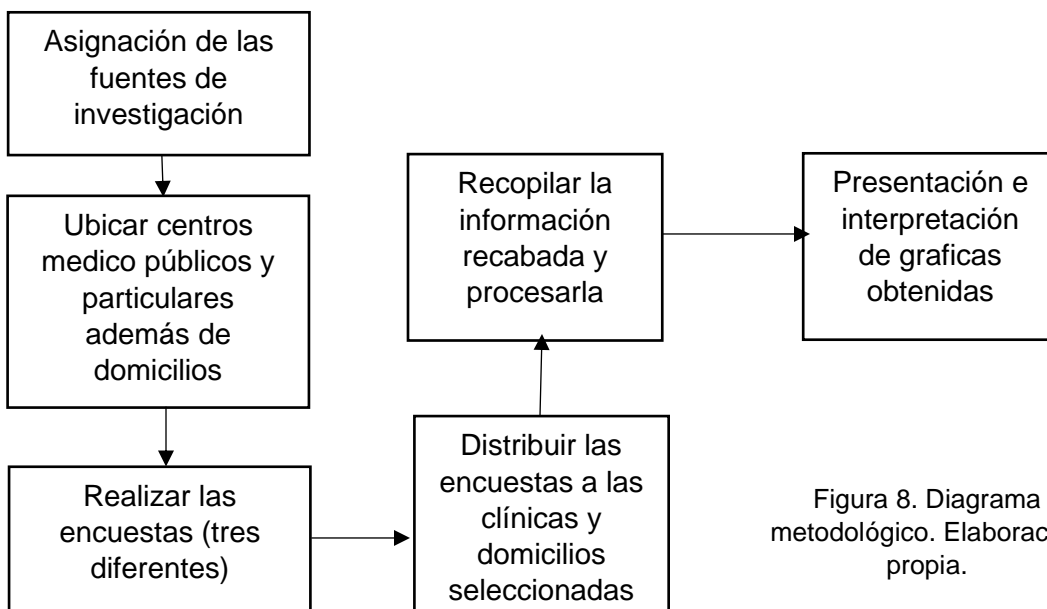


Figura 8. Diagrama metodológico. Elaboracion propia.

La recolección de datos se llevó a cabo en su mayoría consultando bases de datos de los cuales se extrajeron artículos de investigación o trabajos anteriores parecidos.

Se buscaron los centros médicos separándolas en dos grupos. Las públicas y las privadas, esto con el fin de tener una fuente de información mayor y variada.



Mapa 2. Ubicación de centros médicos encuestados. Elaboración propia

Las encuestas tienen preguntas con el fin de conseguir datos que proporcionarían la información necesaria para la clasificación de datos y serán enviadas a las clínicas por medio de una solicitud formal a las instituciones para que se pueda permitir el acceso a sus datos.

Ya con la información recabada se analizará para poder comprobar si las enfermedades gastrointestinales son provocadas por el agua de la red pública.



Mapa 3. Ubicación de las entradas de agua entubada en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Elaboración propia.

En el Mapa 3 se puede observar los 3 principales puntos de entrada de agua que llega a los domicilios de la ciudad de Chiapa de Corzo, la planta purificadora Ciudad del Agua no envía agua a Chiapa de Corzo, únicamente a la ciudad vecina de Tuxtla Gutiérrez.

Las encuestas a los centros médicos tienen la finalidad de encontrar la cantidad de casos registrados de estas enfermedades junto a los periodos donde hay mayor cantidad de casos. La encuesta a los domicilios particulares tiene la finalidad de

encontrar la relación de estas enfermedades al uso o consumo de agua que les llega a la red.

Las encuestas de centros médicos están dirigidas principalmente a la administración debido a que son ellos quienes llevan registro de sus pacientes y las de domicilio a las familias que se encuentran dentro de las áreas de influencias de los centros médicos disponibles.

Para obtener evidencia física sobre la calidad del agua proveniente de la red se realizó una recolección en diferentes sitios de la localidad, sitios donde el agua salía turbia por las partículas suspendidas, estas muestras se tomaron en envases transparentes para poder apreciarlas con mayor facilidad y una forma de obtener resultados. Estas muestras se dejarán reposando hasta que sedimenten completamente para observar si se forma un sedimento en los recipientes.

## 6.- Presentación y análisis de resultados

Se tiene evidencia visual en lugares donde comúnmente hay presencia de agua de manera continua como en los retretes, duchas y cubetas donde se guarde agua proveniente de la red, donde al estar en reposo durante una mayor cantidad de tiempo el agua va dejando sus partículas grabadas en el sitio (Anexos 1-2).



Foto 1.- Entrega de encuesta.



Foto 2.- Entrega de encuesta

En base a los resultados obtenidos en las encuestas se graficaron los resultados que aparecen en las siguientes graficas.



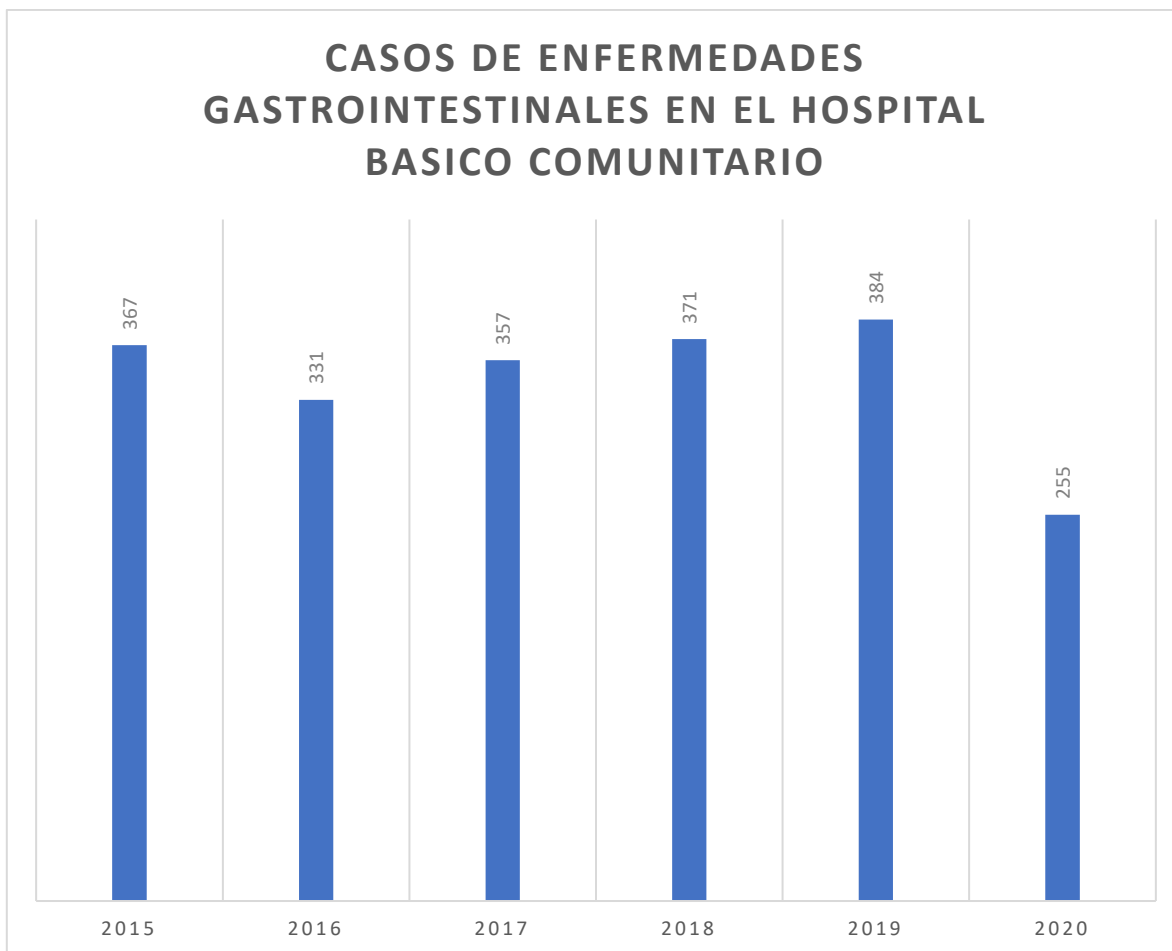


Figura 9. Casos de enfermedades gastrointestinales en el hospital básico comunitario. Elaboración propia.

Se tiene que históricamente desde el 2015 se registró 2065 casos de enfermedades gastrointestinales en el hospital básico comunitario. Se presenta una disminución de casos en 2020 por dos razones: el mayor uso de cubrebocas y lavado de manos redujo los casos de contagios de enfermedades gastrointestinales y al inicio de la pandemia de Covid-19 la gente dejaba de asistir a los centros médicos por la prevención y precaución de contagio.

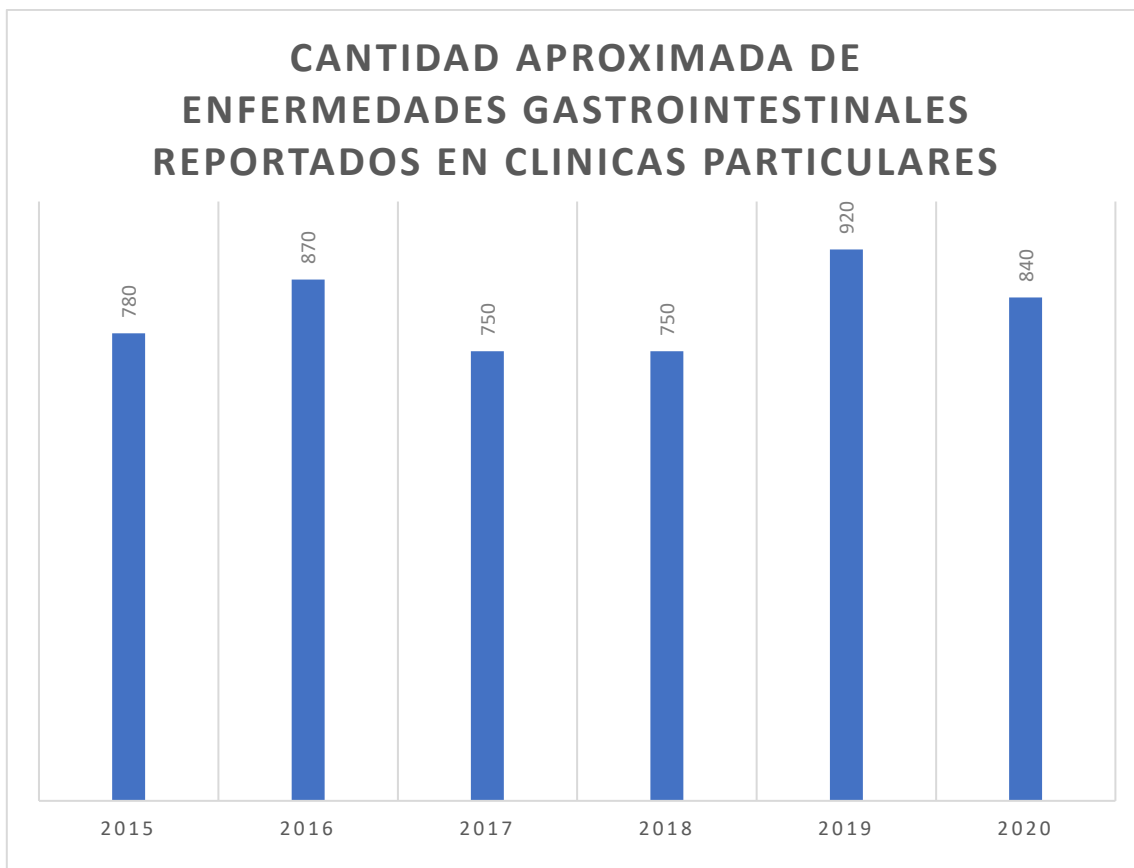
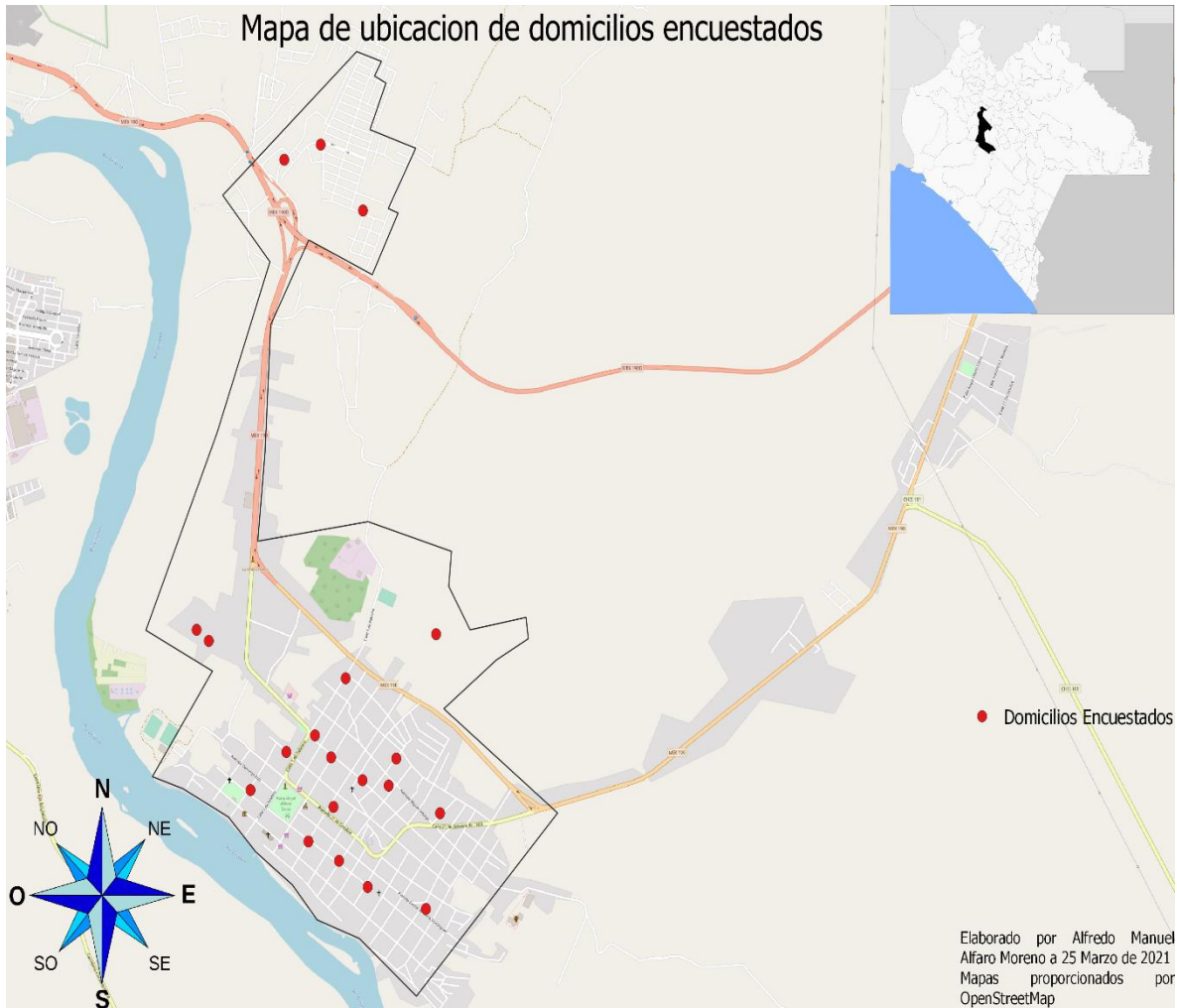


Figura 10. Cantidad aproximada de enfermedades gastrointestinales reportados en clínicas particulares. Elaboración propia.

En cuanto a las clínicas y médicos particulares se registró un total aproximado de 4910 casos. En tanto a las clínicas particulares como el hospital básico comunitario se presenta una disminución en el registro de casos en el salto de 2019 a 2020 aunque por el hecho de que son casos aproximados y un total superior se tiene una diferencia menos notable al del registrado del hospital básico comunitario.



Mapa 4. Mapa de ubicación de domicilios encuestados. Elaboración propia.

De los 20 domicilios encuestados se buscó realizar una distribución de la cabecera municipal y de al menos 2 localidades cercanas. De los 20 domicilios se obtuvieron los datos que se muestran desde la Figura 11 hasta la Figura 16.

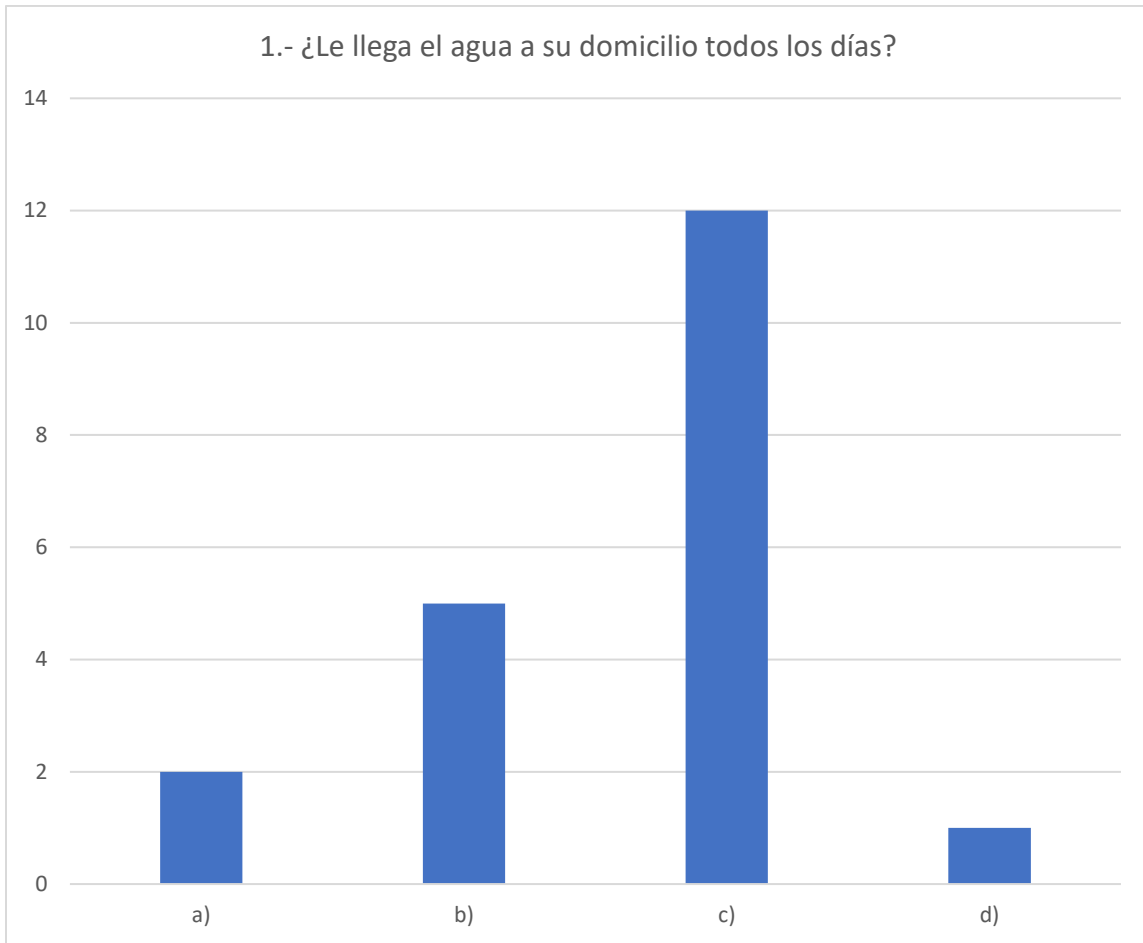


Figura 11. Encuestas realizadas a domicilio, pregunta 1. Elaboracion propia.

En cuanto a la cantidad de agua que llega a los domicilios tenemos un pico considerable en los hogares donde llega entre 2 y 3 veces por semana representando un 60% de las casas; la segunda en aquellos domicilios donde el agua llega en promedio 4 a 6 veces por semana. Esto da lugar a que se tenga que almacenar durante un mayor tiempo por lo cual las partículas presentes en el agua se acumulan.

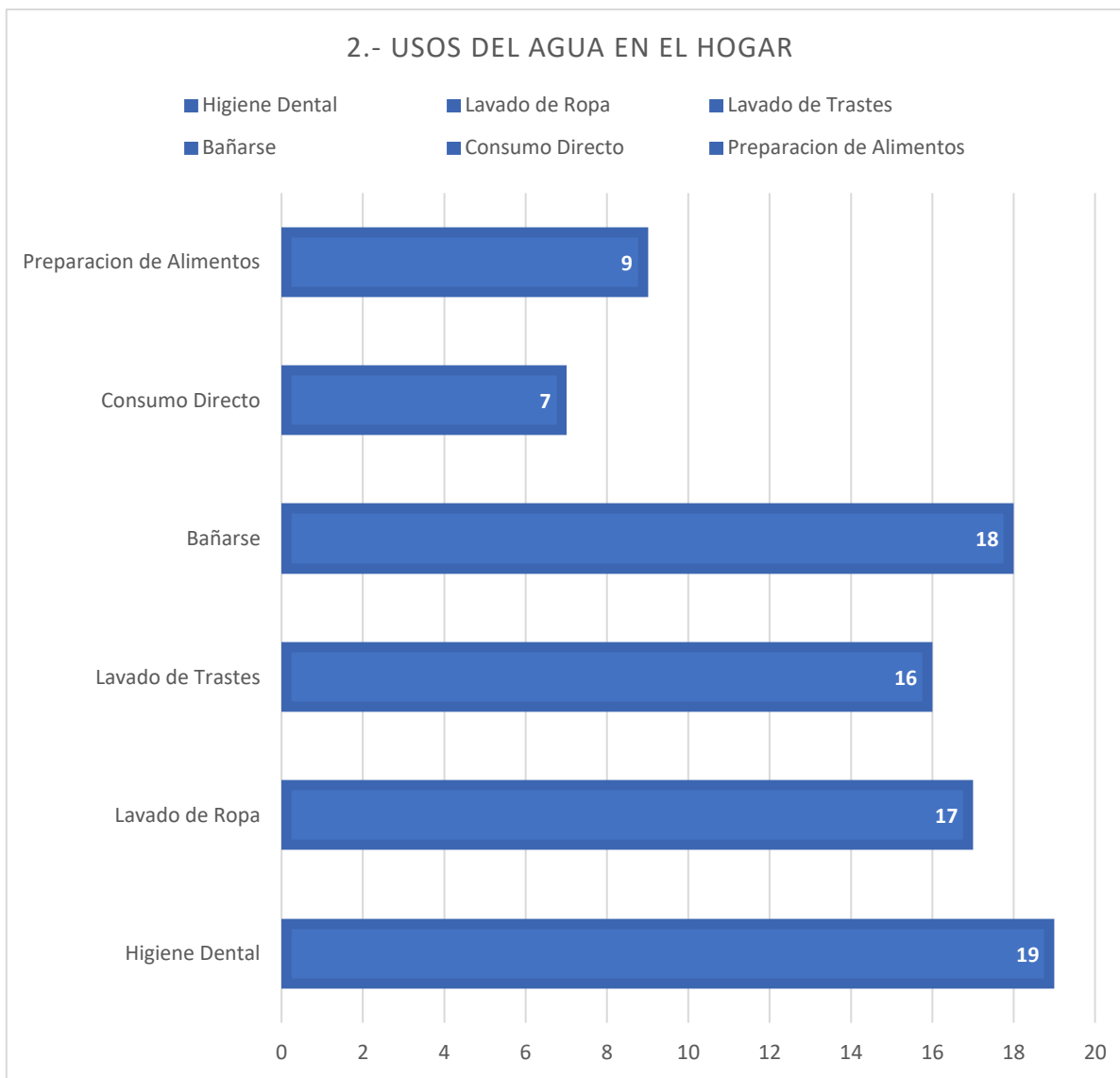


Figura 12. Uso del agua en el hogar. Elaboracion propia.

En los domicilios encuestados se preguntó los usos que le dan al agua que les llega de la red pública. En algunos casos en todos los domicilios concordaron como en el de la higiene dental, bañarse y también lavado de ropa. Casi todos los domicilios lavan los trastes donde se alimentan además de tomar el agua que les llega directamente de la red; poco menos de la mitad la usan como consumo directo o para preparar los alimentos. Siendo estos últimos los que presentaban mayor frecuencia de enfermedades.

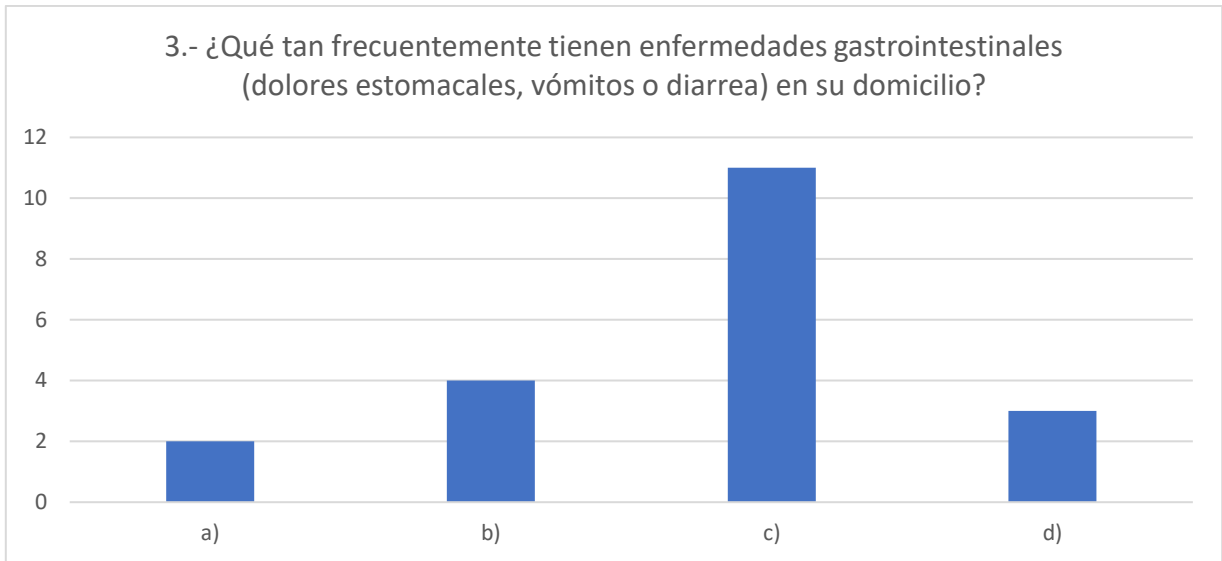


Figura 13. Encuestas realizadas a domicilio, pregunta 3. Elaboracion propia.

En cuanto a las enfermedades gastrointestinales que se tiene un pico visible en los domicilios donde se tienen entre 1 y 2 casos al mes.

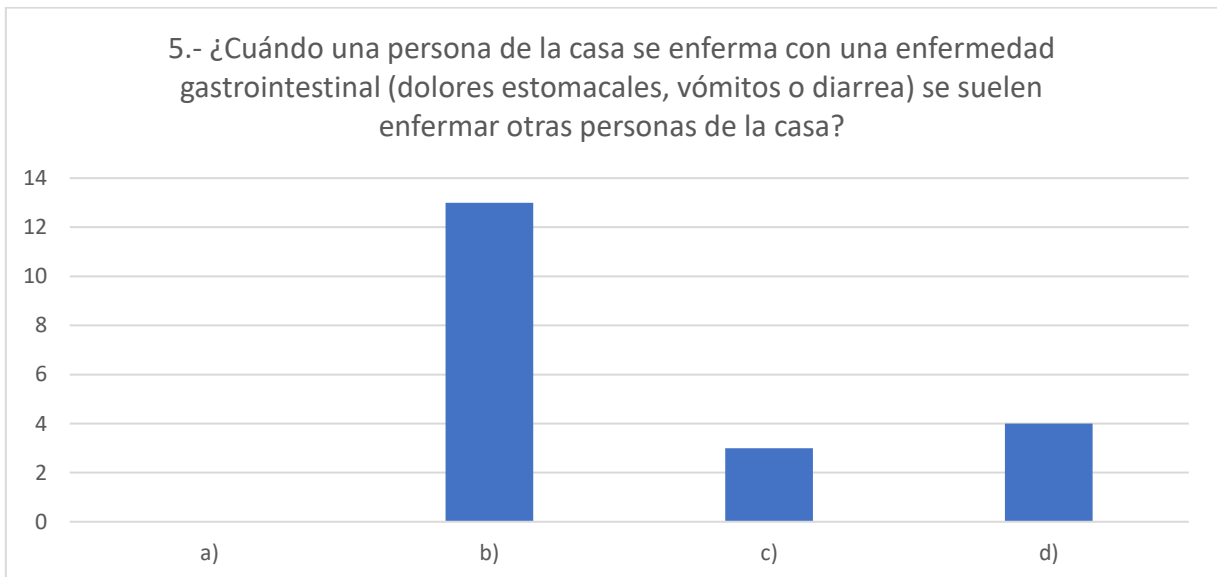


Figura 14. Encuestas realizadas a domicilio, pregunta 5. Elaboracion propia.

Y en los domicilios donde se tenía el mayor pico era en donde como mínimo 2 personas se enfermaban cuando alguien se contagiaba. Estos domicilios eran los mismos donde los casos más frecuentes se daban entre 1 y 2 veces al mes.

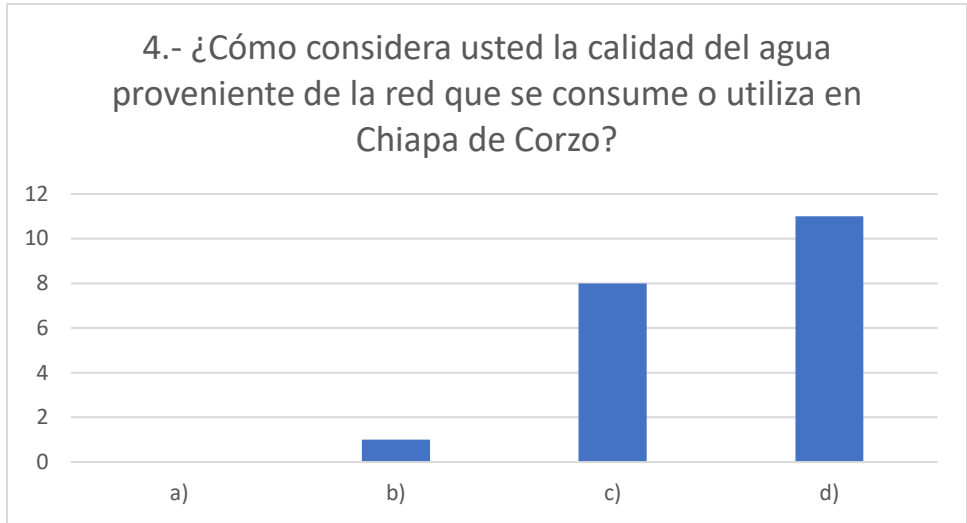


Figura 15. Encuestas realizadas a domicilio, pregunta 4. Elaboracion propia.

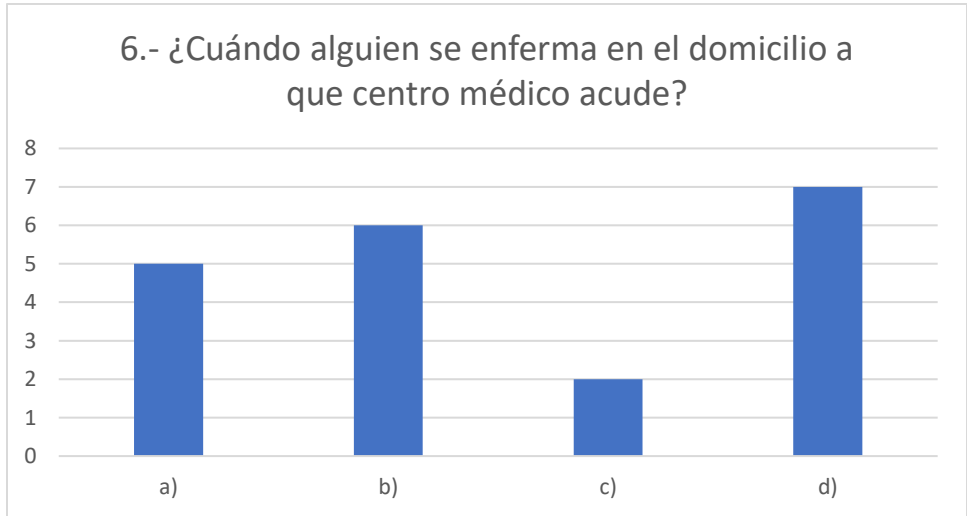


Figura 16. Encuestas realizadas a domicilio, pregunta 6. Elaboracion propia.

La mayor parte de los encuestados coincide que la calidad del agua que les llega a su domicilio es deficiente y mala. En cuanto a la asistencia de los centros médicos cuando una persona se enferma se tiene dos opciones preferidas las cuales son o ir al centro de salud público o simplemente abstenerse asistir a un médico esperando a que se recuperen por sí solos eventualmente. Este último dato podría hacer que la cantidad de contagios de estas enfermedades aumente en mayor o menor medida.

## **7.- Conclusiones**

Se procesó la información obtenida de las encuestas y se compararon los años y el número de casos reportados de las enfermedades gastrointestinales en 2020 se observa que tanto en los centros médicos particulares y los públicos se tiene una disminución de casos reportados de enfermedades gastrointestinales debido en parte a los mayores cuidados de salud por la pandemia de Covid-19.

Los domicilios encuestados mostraron relación entre los que tenían un uso más amplio del agua para actividades dentro del hogar, entre ellos cocinar e higiene personal, con mayores frecuencias en casos de contagios y una repartición muy regular en las idas al médico, aunque haya una parte igual de regular de gente que prefiere no asistir a un médico ya sea particular o público. Aun así, se tiene una repetición apreciable en los domicilios que reciben dichos contagios.

Según la OMS el agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502 000 muertes por diarrea al año. En México, la Secretaría de Salud comunicó que la hepatitis viral, fiebre tifoidea, cólera, disentería y otras causantes de diarrea, así como posibles afecciones resultantes del consumo de agua contaminada siendo problemas que se encuentran en México desde hace años y siguen presentes hoy en día.



## 8.- Bibliografías

Castellanos, E. A., & Castellanos, A. A. (2015). *CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS DE LA ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA EN MENORES DE 5 AÑOS EN EL ESTADO DE CHIAPAS, 2013.*

Centro de Control y Prevención de Enfermedades. (2000). *Guía Para Individuos Con El Sistema Inmunológico Severamente Debilitado INTRODUCCIÓN.* [www.cdc.gov/hiv/pubs/brochure/oi\\_cryp.htm](http://www.cdc.gov/hiv/pubs/brochure/oi_cryp.htm)

Cortez Cecilia, H., Arreola Ma Guadalupe, A., Escarpulli Graciela, C., & Castro Escarpulli, G. (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México Gastrointestinal diseases, situation in Mexico. In *Enfermedades Infecciosas y Microbiología* (Vol. 31, Issue 4).

Cuéllar Luna, L., Maldonado Cantillo, G., & Cepeda Soto, Y. (2018). Calidad del agua para el consumo humano Quality of the water supplied for human consumption. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 55, 55–65. <http://www.revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/index58>

Galdos-Balzategui, A., Carmona De La Torre, J., Sánchez-Pérez, H. J., Morales-López, J. J., Torres Dosal, A., & Gómez-Urbina, S. (2016). *Quantitative microbial risk assessment of drinking water in.* 8(1), 133–153.

INEGI. (2018). *COMUNICADO DE PRENSA NÚM 525/18.*

Jéquier, E., & Constant, F. (2010). Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration. In *European Journal of Clinical Nutrition* (Vol. 64, Issue 2, pp. 115–123). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.111>

Jesús, M., & Soriano, A. (2000). *Giardia Y GIARDIOSIS.*

Jorge González Villareal, F., del proyecto en I Juan Javier Carrillo Sosa, D. M., del proyecto José Guadalupe Fabián Rivera Trejo, C., & Carlos Rosas Figueroa, C. A. (2014). *ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR*

*MEJOR EL AGUA (PROHTAB) Informe Final CAPÍTULO 12 Estudio de caracterización y cuantificación de sedimentos Participantes Elaborado para: COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA\*.*

- María Del Puerto Rodríguez, A., Rojas, M. C., Margarita, A., & Fernández, I. (1999). TRABAJOS ORIGINALES CALIDAD DEL AGUA Y ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN DIGESTIVA. In *Rev Cubana Med Gen Integr* (Vol. 15, Issue 5).
- Musalem-Castillejos, K., Laino-Guanes, R., Bello-Mendoza, R., González-Espinoza, M., & Ramírez-Marcial, N. (2018). Water quality of the Grijalva river in the Chiapas and Tabasco border. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(13), 55. <https://doi.org/10.19136/era.a5n13.1334>
- Paredes Salido, F., & Roca Fernández, J. J. (2004). Infecciones Gastrointestinales. *OFFARM*, 23(5).
- Quirós Quesada, M., Rodríguez Sánchez, C., & Rodríguez Cavallini, E. (2008). 7846-Texto del artículo-45731-1-10-20150721.
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Rodríguez, G. (2002). *Géneros Streptococcus y Enterococcus*.
- Salas-Salvadó, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., de Pipaon, M. S., Vitoria, I., & Moreno, L. A. (2020). The importance of water consumption in health and disease prevention: The current situation. *Nutricion Hospitalaria*, 37(5), 1072–1086. <https://doi.org/10.20960/nh.03160>
- Tatamuez-Tarapues, R. A., Domínguez, A. M., & Matabanchoy-Tulcán, S. M. (2018). Revisión sistemática: Factores asociados al ausentismo laboral en países de América Latina. *Universidad y Salud*, 21(1), 100–112. <https://doi.org/10.22267/rus.192101.143>

Vargas MMR. "Paratifoidea y otras salmonelosis". *Vigilancia epidemiológica* 2009; 40: 1-3.

Gutiérrez Cogco L, Montiel Vázquez E, Aguilera Pérez P, González Andrade M del C. "Serotipos de Salmonella identificados en los servicios de salud de México". *Sal Pub Mex* 2000; 42: 490-495.

Gutiérrez CAD, Paasch MLH y Calderón ANL. "Salmonelosis y campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo". *Vet Mex* 2008; 39: 81-90.

Moore EJ, Corcoran D, Dooley JSG, Fanning S, Lucey B, Matsuda M, et al. "Campylobacter". *Vet Res* 2005; 36: 351-382

Bofill-Mas, S., Clemente-Casares, P., Albiñana-Giménez, N., Maluquer de Motes Porta, C., Hundesa Gonfa, A., & Girones Llop, R. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *Revista Española De Salud Pública*, 79(2), 253-269. doi: 10.1590/s1135-57272005000200012

JOBLING, S.; et al. A variety of environmentally persistent chemicals, including some phthalate plasticizers, are weakly estrogenic. En: *Environ Health Perspect.* 1995. Vol. 103, p. 582–587

Esparza Aguilar M, Bautista Márquez A, González Andrade MC, Richardson López-Collada VL. "Mortalidad por enfermedad diarreica en menores, antes y después de la introducción de la vacuna contra el rotavirus". *Sal Pub Mex* 2009; 51: 285-290.

BARCELÓ, Damiá y LÓPEZ, María J. Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. En: Panel Científico- Técnico de seguimiento de la política de aguas. Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC. 2007. Barcelona

SMITAL, Tvrtko. Acute and Chronic Effects of Emerging Contaminants. En: *Emerging Contaminants from Industrial and Municipal Waste: Occurrence, Analysis and Effects.* 2008. Vol. 5. p.105-142

Elizalde CP, Díaz AE, Hernández AL, Jaramillo ACJ. "Identificación y tipificación de biotipos y serotipos de *Yersinia enterocolitica*". *Rev Saúde Pub* 2001; 35: 380-384

BUERGE, I. J.; et al. Ubiquitous occurrence of the artificial sweetener acesulfame in the aquatic environment: an ideal chemical marker of domestic wastewater in groundwater. En: *Environ Sci Technol*. 2009. Vol. 43, p. 4381–4385.

MURRAY, K.E.; THOMAS, S.M. y BODOUR, A. A. Prioritizing research for trace pollutants and emerging contaminants in the freshwater environment. En: *Environmental Pollution*. 2010. Vol. 158. p. 3462–3471

LÓPEZ, C. L. Exposición a plaguicidas organofosforados. *Perspectivas en Salud Pública* N° 18. México: Instituto Nacional de Salud Pública, 1993

DELGADO, S. Evaluación de tecnologías potenciales de reducción de la contaminación de las aguas de canarias (techoagua). Proyecto Universidad de La laguna, 2011

KOLPIN, Dana; BARBASH, Jack y GILLIOM, Robert. Occurrence of pesticides in shallow groundwater of the United States: Initial results from the National Water-Quality Assessment Program. En: *Environmental Science and Technology*. 1998. Vol. 32, p. 558-566

de la Parte-Pérez, María Antonia, Bruzual, Elizabeth, Brito, Ana, & Hurtado, María del Pilar. (2005). *Cryptosporidium* spp. y Criptosporidiosis. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 25(1), 06-14. Recuperado en 20 de febrero de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S131525562005000100003&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562005000100003&lng=es&tlng=es).

TEIJON, G.; et al. Occurrence of emerging contaminants, priority substances (2008/105/ CE) and heavy metals in treated wastewater and groundwater at Depurbaix facility (Barcelona, Spain). En: *Science of the Total Environment*. 2010. Vol. 408, p. 3584-3595

Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad. (2021). Recuperado 21 de abril de 2021, de INEGI website: <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>

EL HERALDO, E. H. (2021). Comunidades de Chiapa de Corzo se quedan sin agua. Recuperado 27 de abril de 2021, de EL HERALDO DE CHIAPAS website: <https://www.elheraldodechiapas.com.mx/local/municipios/comunidades-de-chiapa-de-corzo-se-quedan-sin-agua-6250196.html>

## 9.- Anexos

-Listado de Abreviaturas en Orden Alfabético:

EDA: Enfermedad Diarreica Aguda

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

NMP: Numero Mas Probable

NOM: Norma Oficial Mexicana

OMS: Organización Mundial de la Salud

IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social

ISSSTE: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

-Glosario de Términos

*Bacteroides fragilis*: El grupo *Bacteroides fragilis* incluye bacilos Gram-negativos, anaerobios, sacarolíticos, resistentes a la bilis, que profusamente habitan el colon y, en menor grado, la cavidad oral y el tracto respiratorio superior del ser humano (Quirós *et al.*, 2008).

Bacterias mesófilas: Bacteria que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40 °C. El agua es utilizada como medio de eliminación de excretas y otros desechos; puede también contener microorganismos patógenos de asiento no intestinales (flora de la piel por ejemplo); estos son los llamadas bacterias mesofílicas.

Coliformes: Las bacterias Coliformes, un grupo de bacterias estrechamente relacionadas al suelo (siembra), el agua y el tracto intestinal de los animales, se han utilizado como indicadores de condiciones insalubres en la producción de alimentos y bebidas durante más de un siglo. (Centro de Control y Prevención de Enfermedades, 2000)

*Escherichia coli*: Es un bioindicador obligatorio en el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Este género incluye cepas patógenas y no patógenas y corresponde a 80% de la microflora intestinal normal,

donde generalmente es inofensiva. En la actualidad están descritas cepas patógenas para el humano causantes de enfermedades graves, como infecciones de vías urinarias, bacteriemia y meningitis. Seis cepas enteropatógenos pueden causar diarrea aguda: *E. coli* enterohemorrágica, *E. coli* enterotoxígena, *E. coli* enteropatógeno, *E. coli* enteroinvasiva, *E. coli* enteroagregativa y *E. coli* de adherencia difusa. La respuesta de estas cepas a los procedimientos de desinfección es similar a la de las cepas no patógenas, por lo que en muchos países se establece como bioindicador (Ríos *et al.*, 2017)

**Estreptococos:** Los géneros *Streptococcus* y *Enterococcus* están formados por bacterias esféricas u ovoides que crecen en pares o cadenas de longitud variable. La mayoría son anaerobios facultativos, existiendo algunas especies anaerobios obligados. Son Gram positivos, no formadores de esporos, catalasa negativos e inmóviles, y tienen complejos y variables requerimientos nutricionales. (Rodríguez, 2002)

***Giardia intestinalis*:** constituye una parasitosis de gran importancia epidemiológica y clínica por su alta prevalencia y patogenicidad, fundamentalmente entre la población infantil (Jesús & Soriano, 2000)

***Cryptosporidium* spp:** *Cryptosporidium* spp. es un protozooario parásito intracelular obligado perteneciente al Phylum Apicomplexa. El género *Cryptosporidium*, incluye aproximadamente 15 especies y es el causante de la criptosporidiosis, enfermedad considerada principalmente como una parasitosis gastrointestinal cuya principal vía de contagio es la oral, siendo el agua un importante agente para su diseminación (María *et al.*, 2005)

**Gram positivo y negativo:** La tinción principal que se emplea para la identificación de las bacterias es la tinción de Gram, de esta forma se dividen en dos grandes grupos: Gram positivos y Gram negativos. La tinción de Gram o coloración de Gram es un tipo de tinción diferencial empleado en bacteriología para la visualización de bacterias. Se utiliza tanto para poder referirse a la morfología celular bacteriana, como para poder realizar una primera aproximación a la diferenciación bacteriana,

considerándose Gram positiva a las bacterias que se visualizan de color morado, y bacteria Gram negativa a la que se visualiza de color rosa.

Aunque las bacterias gram positivas no son muy comunes en fuentes de agua, algunos géneros representan a este grupo: *Micrococcus*, *Staphylococcus* y *Enterococcus*. *E. faecalis* afecta a los humanos, habitando en su intestino, por lo que también se considera indicador de contaminación fecal (Ríos *et al.*, 2017)

Morbilidad: Es el índice de personas enfermas en un lugar y tiempo determinado. El índice o la tasa de morbilidad es un dato estadístico útil para estudiar los procesos de evolución y control de las enfermedades

Mortalidad: La mortalidad es el número de defunciones.

Morbimortalidad: Se refiere al conjunto de enfermedades mortales que han afectado a una cantidad de personas en un tiempo y lugar determinados.

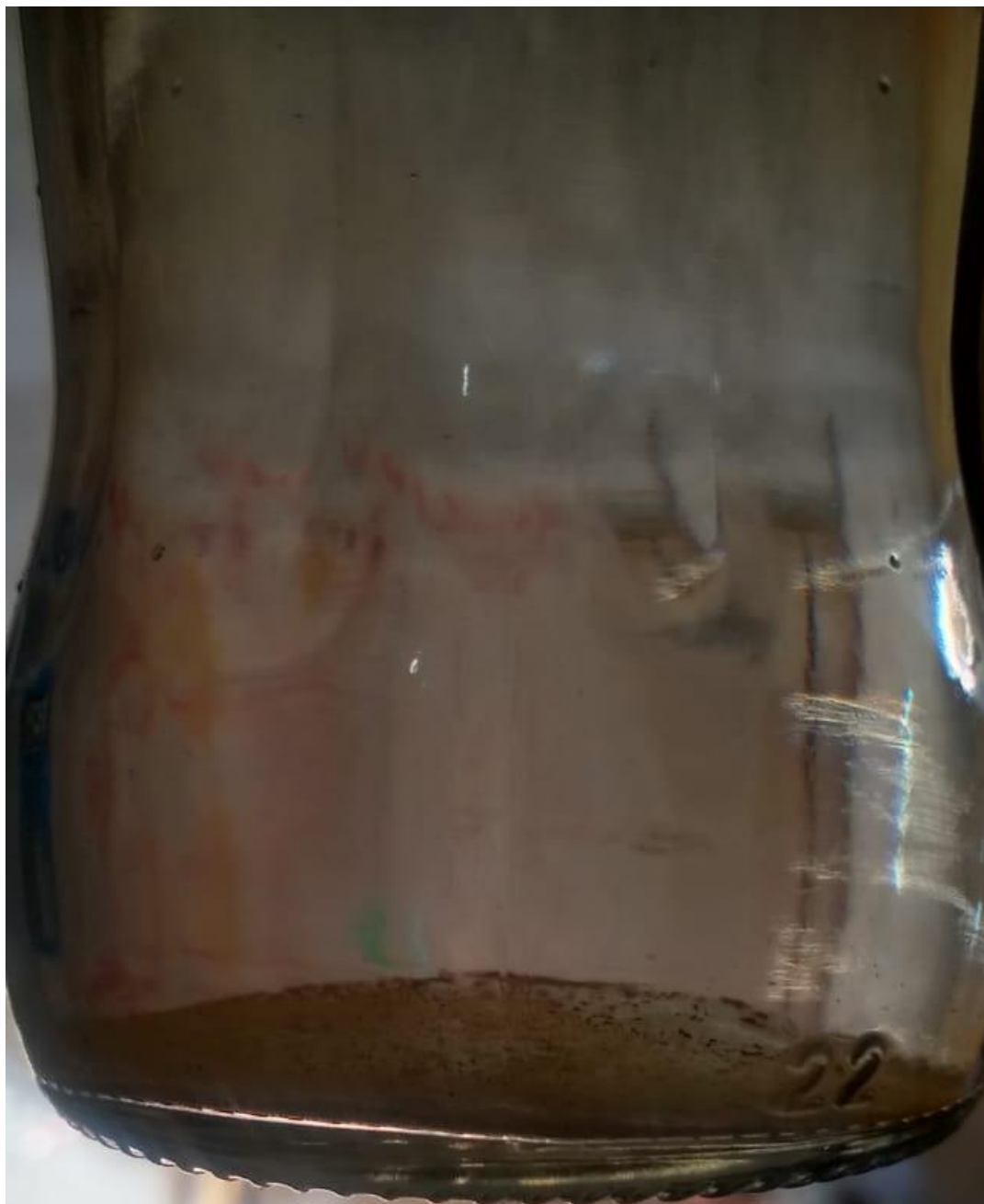
Número más probable: También conocido como el método de los ceros de Poisson, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa.

Enterobacterias: Dentro del grupo de enterobacterias encontramos otros géneros como *Shigella* y *Salmonella*, causantes de disentería bacilar; *Salmonella typhimurium* y *Salmonella typhi* productoras de gastroenteritis y fiebre tifoidea, respectivamente (Ríos *et al.*, 2017)





Anexo 1.- Partículas suspendidas en el agua



Anexo 2. Partículas sedimentadas en el agua



Anexo 3. Partículas sedimentadas en el fondo de una cubeta



## UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

### Encuesta a centros médicos públicos E1

**1.- ¿Cuántos pacientes llegan al establecimiento por enfermedades gastrointestinales de los que se sospeche su contagio por vía oral o fecal a la semana?**

- a) Menos de 5                      b) De 5 a 10                      c) De 10 a 20                      d) Mas de 20

**2.- ¿De qué parte del municipio provienen los pacientes que se atienden en el establecimiento?**

- a) Cabecera municipal    b) Barrios aledaños            c) Ribera                      d) Municipios cercanos

**3.- ¿Qué tan frecuente regresan los pacientes con los mismos padecimientos?**

- a) No regresan    b) Frecuentemente    c) Esporádicamente    d) Vuelve un familiar enfermo

**4.- ¿Cómo considera usted la calidad del agua proveniente de la red que se consume o utiliza en Chiapa de Corzo?**

- a) Excelente                      b) Buena                      c) Regular                      d) Mala

**5.- ¿En qué época del año se dan más casos de enfermedades gastrointestinales?**

- a) primavera                      b) verano                      c) otoño                      d) invierno

**Solicito a ustedes la siguiente información:**

- a) Casos detectados de enfermedades gastrointestinales de los periodos que comprenden los años.**

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Casos						

- b) En qué porcentaje considera usted aproximadamente, que la situación actual relativo a la pandemia de Covid-19 ha alejado a los pacientes del establecimiento.**

Anexo 4. Encuesta E1 Vacía



## UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

### Encuesta a médicos y/o clínicas particulares E2

**1.- ¿Cuántos pacientes aproximadamente llegan al establecimiento por enfermedades gastrointestinales de los que se sospeche su contagio por vía oral o fecal a la semana?**

- a) Menos de 5                      b) De 5 a 10                      c) De 10 a 20                      d) Mas de 20

**2.- ¿De qué parte del municipio provienen los pacientes que se atienden en el establecimiento?**

- a) Cabecera municipal    b) Barrios aledaños                      c) Ribera                      d) Municipios cercanos

**3.- ¿Qué tan frecuente regresan los pacientes con los mismos padecimientos?**

- a) No regresan    b) Frecuentemente    c) Esporádicamente    d) Vuelve un familiar enfermo

**4.- ¿Cómo considera usted la calidad del agua proveniente de la red que se consume o utiliza en Chiapa de Corzo?**

- a) Excelente                      b) Buena                      c) Regular                      d) Mala

**5.- ¿En qué época del año se dan más casos de enfermedades gastrointestinales?**

- a) primavera                      b) verano                      c) otoño                      d) invierno

**Solicito a ustedes la siguiente información:**

- a) Casos detectados aproximadamente de enfermedades gastrointestinales de los periodos que comprenden los años.**

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Casos						

- b) En qué porcentaje considera usted aproximadamente, que la situación actual relativo a la pandemia de Covid-19 ha alejado a los pacientes del establecimiento.**

Anexo 5. Encuesta E2 Vacía



## UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

### Encuesta a casas de la población E3

#### 1.- ¿Le llega el agua a su domicilio todos los días?

- a) Si, llega todos los días  
b) Llega de 4 a 6 veces por semana  
c) Llega de 2 a 3 veces por semana  
d) Llega 1 vez por semana o no llega

#### 2.- Marque con un las actividades que realice con el agua que le llega

- ( ) Higiene Dental  
( ) Lavado de ropa  
( ) Lavado de trastes  
( ) Bañarse  
( ) Consumo directo  
( ) Preparación de alimentos

#### 3.- ¿Qué tan frecuentemente tienen enfermedades gastrointestinales (dolores estomacales, vómitos o diarrea) en su domicilio?

- a) 1 o 2 veces al año b) 1 vez cada 3 meses c) 1 o 2 veces al mes d) 1 vez a la semana

#### 4.- ¿Cómo considera usted la calidad del agua proveniente de la red que se consume o utiliza en Chiapa de Corzo?

- a) Excelente b) Buena c) Regular d) Mala

#### 5.- ¿Cuándo una persona de la casa se enferma con una enfermedad gastrointestinal (dolores estomacales, vómitos o diarrea) se suelen enfermar otras personas de la casa?

- a) Si, todos nos enfermamos  
b) Si, al menos 2 nos enfermamos  
c) Si, al menos 1 más se enferma  
d) No, nadie más se enferma

#### 6.- ¿Cuándo alguien se enferma en el domicilio a que centro médico acude?

- a) A un médico/doctor particular  
b) Al centro de salud  
c) Al hospital básico comunitario  
d) No asisto a ningún medico

Anexo 6. Encuesta E3 Vacía