

Implementación del Programa de Acción  
Estratégico del **Gran Ecosistema Marino  
del Golfo de México**

# Análisis espacial integral del Golfo de México

24 de junio de 2025

Miguel Aurelio Piñón Flores  
miguel\_pinon@tlaloc.imta.mx



# El objetivo del Proyecto del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (GdM LME)

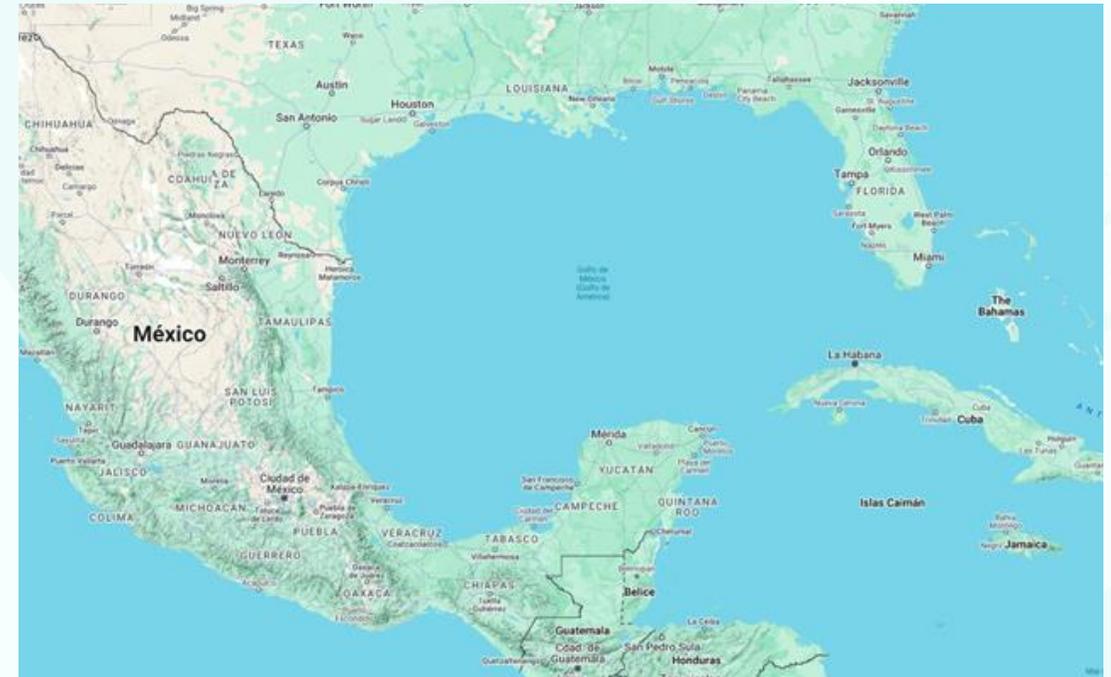


Mejorar la calidad del agua, rehabilitar los ecosistemas costero-marinos y evitar el agotamiento de los recursos marinos en el GdM LME.

Componente 1. Mejorar la calidad del agua

Componente 2. Evitar el agotamiento y recuperar los recursos marinos vivos (RMV - peces y crustáceos)

Componente 3. Conservar y restaurar la calidad de los ecosistemas costeros y marinos a través de la participación de la comunidad y una mayor cooperación bilateral



# El IMTA se integra en el componente 1

---



- Calidad del agua mejorada usando medidas de reducción de la contaminación a través de enfoques de manejo basados en ecosistemas (MBE)



- Recuperación de las poblaciones de peces objetivo mediante la implementación de medidas, como la actualización y aplicación del marco regulatorio, desarrollo de capacidades y monitoreo



- Salud mejorada de ecosistemas costero-marinos a través de MBE



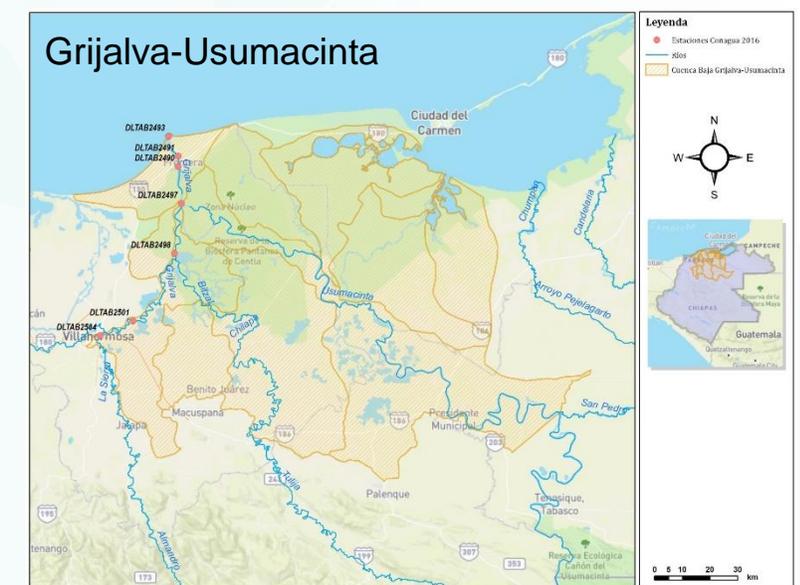
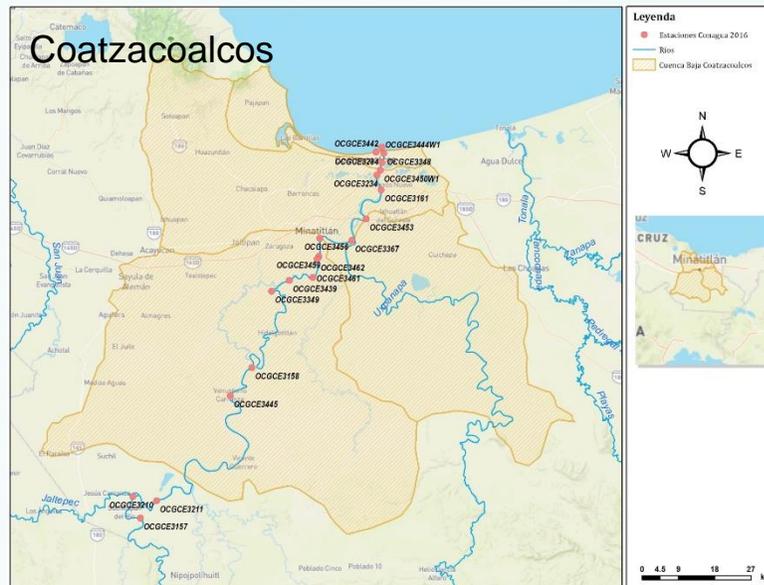
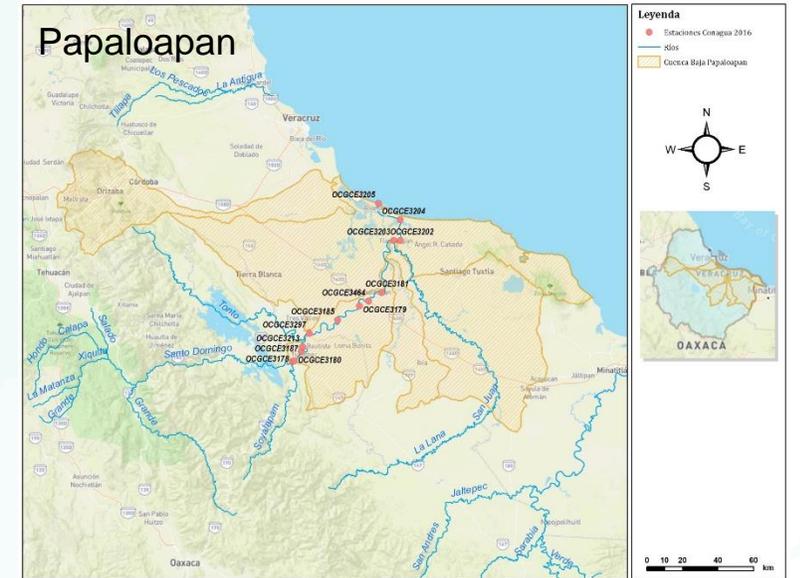
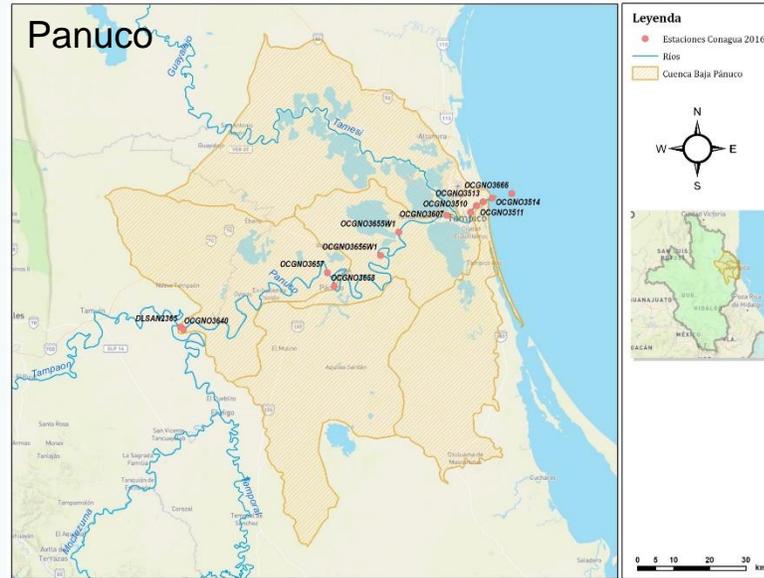
## Estimar la carga de contaminantes que ingresan al golfo de México



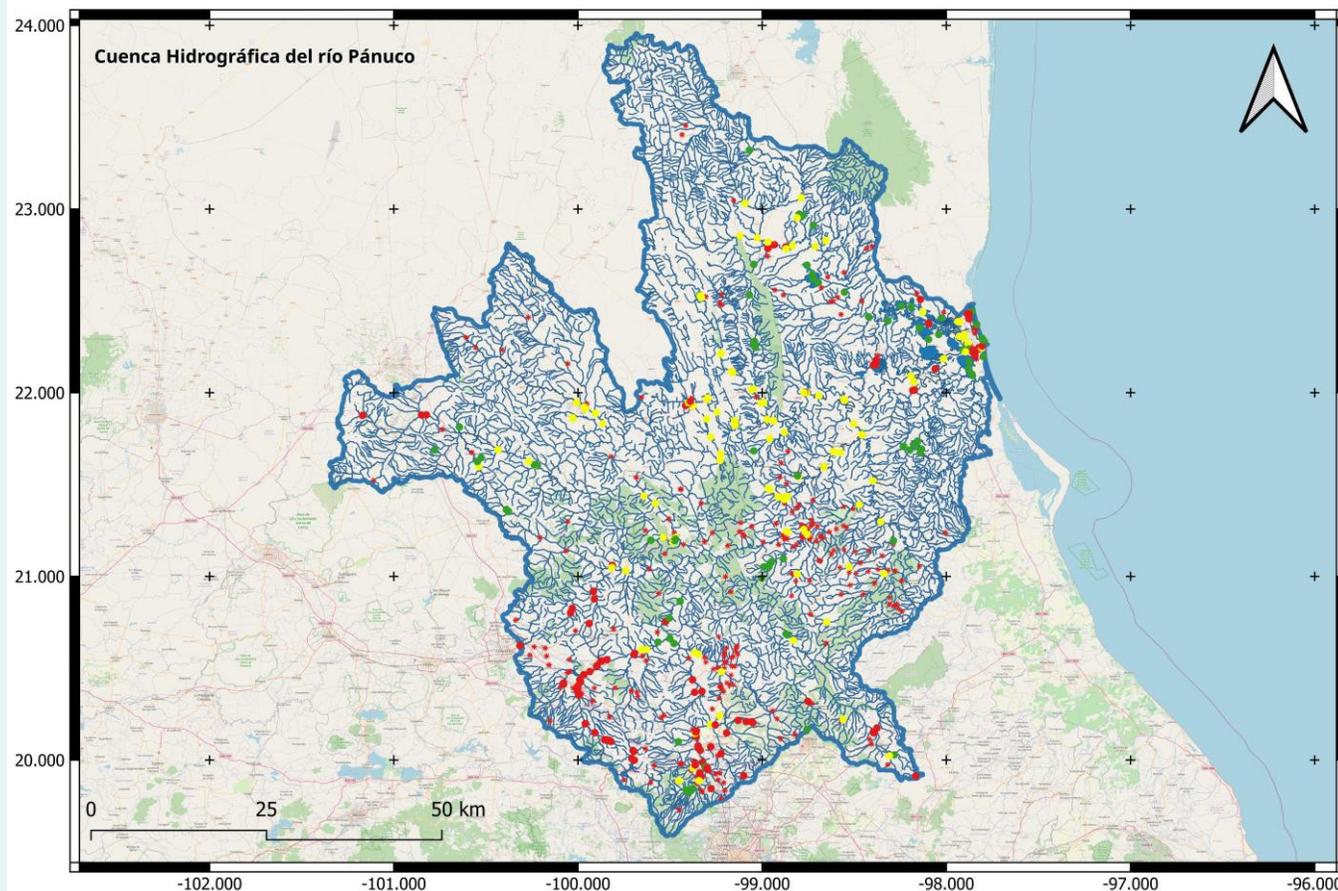
# Análisis espacial integral

Trabajo de referencia 2018 IMTA  
RENAMECA 2012-2022  
PTAR 2023  
SINA

- Revisar, evaluar y jerarquizar los sitios de monitoreo más relevantes para la cobertura de la información relacionada con la calidad del agua.



# Cuenca del río Panuco



## RENAMECA (2012-2023)

Verde	Amarillo	Rojo	Total	PTARs (2023)
102	121	117	340	1229

**Verde:**

Indica que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos y se considera aceptable.

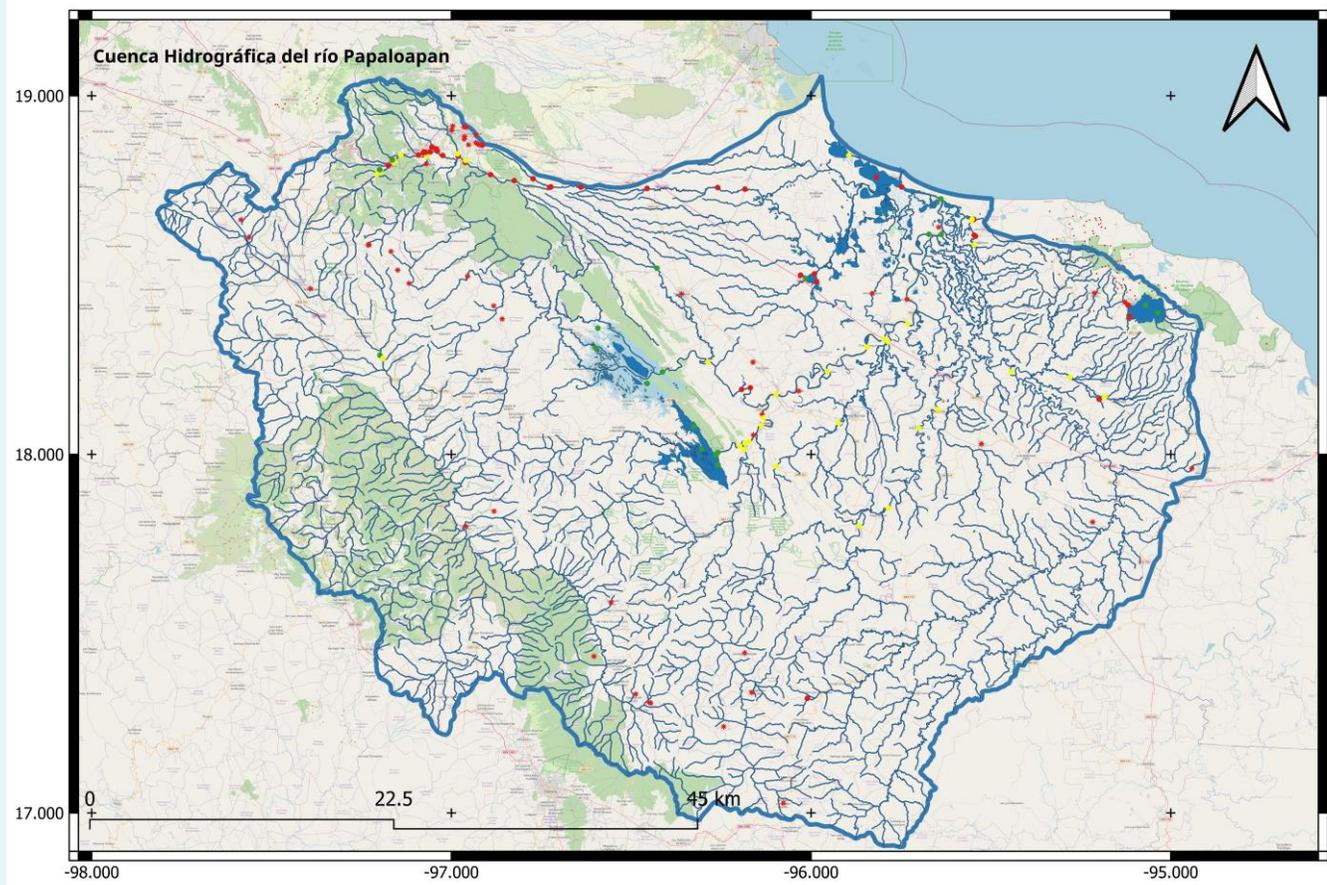
**Amarillo:**

Señala que hay incumplimiento en uno o más parámetros de calidad, pero no se considera una contaminación grave.

**Rojo:**

Representa una fuerte contaminación del agua, con incumplimiento significativo de los parámetros de calidad

# Cuenca del río Papaloapan



## RENAMECA superficiales (2012-2023)

Verde	Amarillo	Rojo	Total	PTARs (2023)
20	38	37	95	297

**Verde:**

Indica que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos y se considera aceptable.

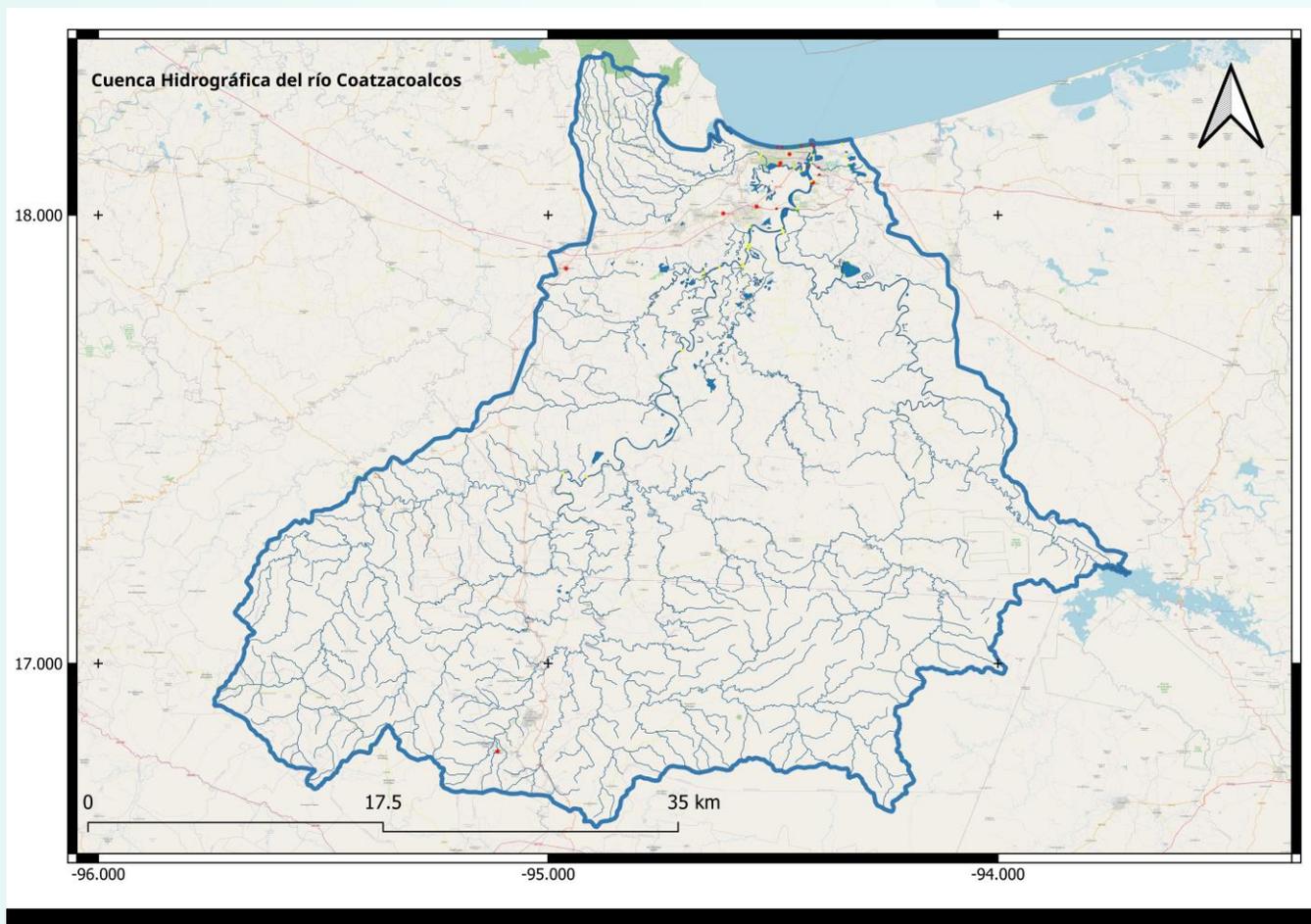
**Amarillo:**

Señala que hay incumplimiento en uno o más parámetros de calidad, pero no se considera una contaminación grave.

**Rojo:**

Representa una fuerte contaminación del agua, con incumplimiento significativo de los parámetros de calidad

# Cuenca del río Coatzacoalcos



## RENAMECA superficiales (2012-2023)

Verde	Amarillo	Rojo	Total	PTARs (2023)
12	25	11	48	46

**Verde:**

Indica que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos y se considera aceptable.

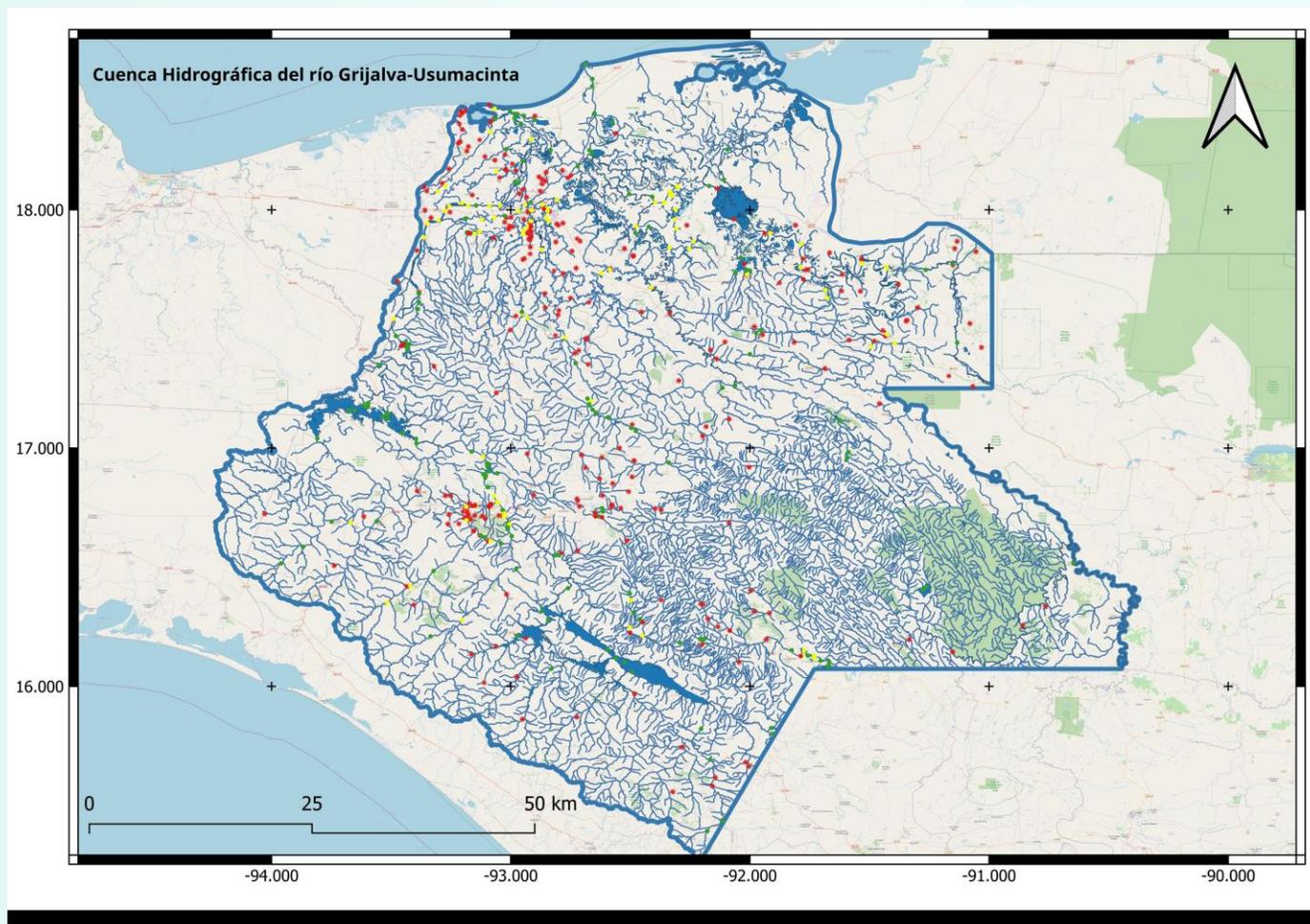
**Amarillo:**

Señala que hay incumplimiento en uno o más parámetros de calidad, pero no se considera una contaminación grave.

**Rojo:**

Representa una fuerte contaminación del agua, con incumplimiento significativo de los parámetros de calidad

# Cuenca de los ríos Grijalva-Usumacinta



## RENAMECA superficiales (2012-2023)

Verde	Amarillo	Rojo	Total	PTARs (2023)
154	95	30	279	966

**Verde:**

Indica que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos y se considera aceptable.

**Amarillo:**

Señala que hay incumplimiento en uno o más parámetros de calidad, pero no se considera una contaminación grave.

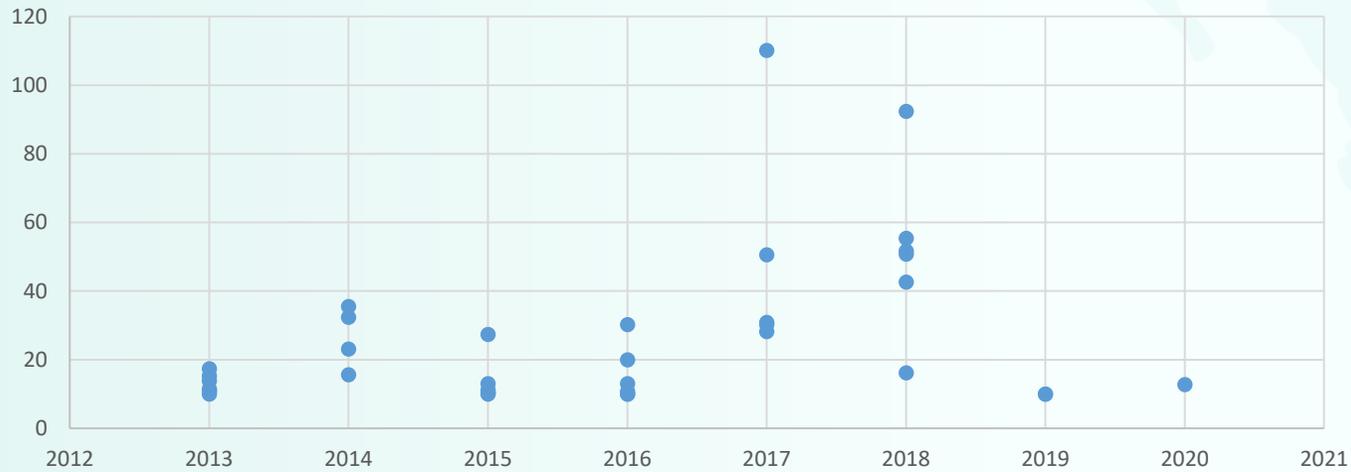
**Rojo:**

Representa una fuerte contaminación del agua, con incumplimiento significativo de los parámetros de calidad

## Identificar la frecuencia, permanencia de los sitios y vacíos.

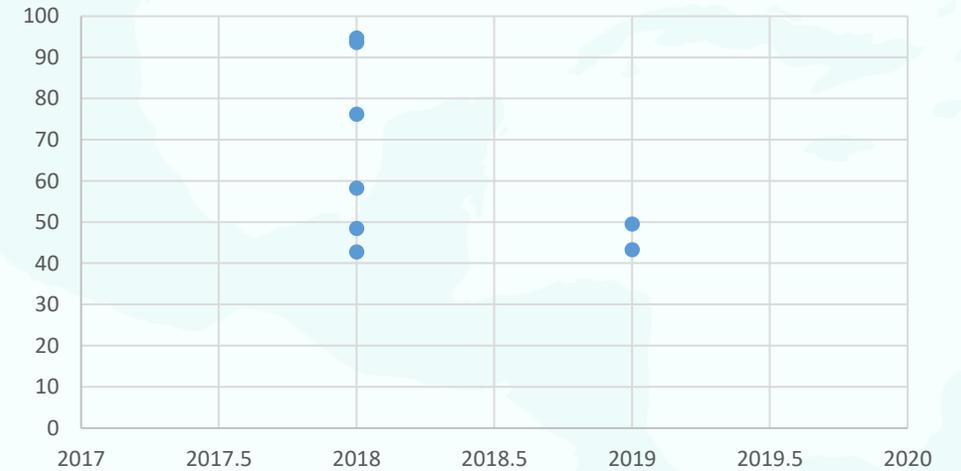
### ARROYO SAN FRANCISCO

% de saturación de oxígeno disuelto



### RÍO EL CEPILLO

% de saturación de oxígeno disuelto



Aplicar los criterios y normativa vigente para la evaluación de los parámetros monitoreados

CRITERIO	CLASIFICACIÓN	COLOR
$DQO \leq 10$	<b>EXCELENTE</b> No contaminada	<b>AZUL</b>
$10 < DQO \leq 20$	<b>BUENA CALIDAD</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable	<b>VERDE</b>
$20 < DQO \leq 40$	<b>ACEPTABLE</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	<b>AMARILLO</b>
$40 < DQO \leq 200$	<b>CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas. Principalmente de origen municipal	<b>NARANJA</b>
$DQO > 200$	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	<b>ROJO</b>

CRITERIO	CLASIFICACIÓN	COLOR
$DBO \leq 3$	<b>EXCELENTE</b> No contaminada	<b>AZUL</b>
$3 < DBO \leq 6$	<b>BUENA CALIDAD</b> Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	<b>VERDE</b>
$6 < DBO \leq 30$	<b>ACEPTABLE</b> Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descarga de aguas residuales tratadas biológicamente	<b>AMARILLO</b>
$30 < DBO \leq 120$	<b>CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas. Principalmente de origen municipal	<b>NARANJA</b>
$DBO > 120$	<b>FUERTEMENTE CONTAMINADA</b> Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	<b>ROJO</b>

CRITERIOS ECOLOGICOS DE CALIDAD DEL AGUA														
Niveles máximos en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad														
PARÁMETROS	FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	RECREATIVO CON CONTACTO PRIMARIO	LMP RIEGO AGRICOLA	LMP PECUARIO	PROTECCIÓN A LA VIDA ACUÁTICA		ACUACULTURA							
					LMP PVA AGUA DULCE	LMP PVA AGUA COSTERA	LMP ACUACULTURA	TILAPIA	CARPA	BAGRE	TRUCHA ARCO-IRIS	LANGOSTINO	CAMARÓN	MOLUSCOS BIVALVOS
ALCALINIDAD	400				No reducir en más del 25%	No reducir en más del 25%	20-200	54-200	100	20-200	5.0-31			
ARSENICO	0.05		0.1	0.2	0.2 (como As III)	0.04 (como As III)	1		1					
BORO	1		0.7 (XI)	5		0.009 (XII)								
CADMIO	0.1		0.01	0.02	(XIII)	0.0009	0.05		0.05					
CIANUROS	0.2	0.02	0.02		0.005 (XII)	0.001 (XIV)	0.025		0.025					
CLORUROS	250		147.5		250									
COBRE	1		0.2	0.5	(XVIII)	0.003 (XIV)	0.02-0.06		0.02	0.025	0.06		0.005	
COLIFORMES FECALES (NMP/100 al)	1000	(XVIII)	1000		(XVIII)	(XVIII)								14, no más del 10% de la muestra debe ser mayor de 43
COLIFORMES TOTALES (NMP/100 m)														70, no más del 10% de la muestra debe ser mayor de 230
COLOR							VERDE-AZUL VERDE							
CONDUCTIVIDAD			1.0 (XX)											
CROMO HEXAVALENTE	0.05		1	1	0.01 (XII)	0.05 (XII)	0.5		0.5					
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO														
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO														
DUREZA							20-300	50-100	300	20-150	5.0-200	150		
FIERRO	0.3		5		1	0.05	0.5-1.0		0.5	0.5	1			
FLUORUROS (como F-)	1.5		1	2	1	0.5								
FOSFATOS (como PO4)	0.1				(XXV)	0.002								
FOSFORO TOTAL													5	
GRASAS Y ACEITES	AUSENTE													
MANGANESO	0.1													
MATERIA FLOTANTE	V2	V2	V2	V2	V2	V2								
MERCURIO	0.001			0.003	0.00001 (XII)	0.00002 (XII)								
NIQUEL	0.01		0.2	1	(XXVIII)	0.008 (XII)								
NITRATOS (NO3) (como N)	5			90		0.04	5						5	
NITRITOS (NO2) (como N)	0.05			10		0.002	0.55-2.0				0.55		2	
NITROGENO AMONIACAL					0.06	0.01	0.42			0.42				
OXIGENO DISUELTO	4				5	5	-4 - 7.8	2.1	5	-4	7.8	75% del nivel de saturación	6	
Ph (XXXI)	4-9		4.5-9.0		(XXXII)	(XXXII)	6.5-8.8	7-8	7-8.5	6.5-8	6.5-8.0	7.0-8.5	7.5-8.8	
PLATA	0.05				(XXXIII)	0.002								
PLOMO	0.05		5	0.1	(XXXIV)	0.006 (XII)	0.005-0.1		0.1	0.1			0.005	
SOLIDOS DISUELTOS	500		500.0 (xxxv)	1000			400				400			
SOLIDOS SUSPENDIDOS	500		50		(XIX)	(XX)	25-70			25-70				
SOLIDOS TOTALES	1000													
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	0.5				0.1	0.1								
SULFATOS (SO4)	500		130		0.005									
TEMPERATURA	CONDICIONES NATURALES +2.5				CONDICIONES NATURALES +1.5	CONDICIONES NATURALES +1.5	10-34	24-30	20-30	20-30	10-15	18-34	26-30	15-30
TRANSPARENCIA cm							15-50	45	30-50	45	45	15-25		
ZINC	5		2	50	(XXXVI)	0.09 (XII)								

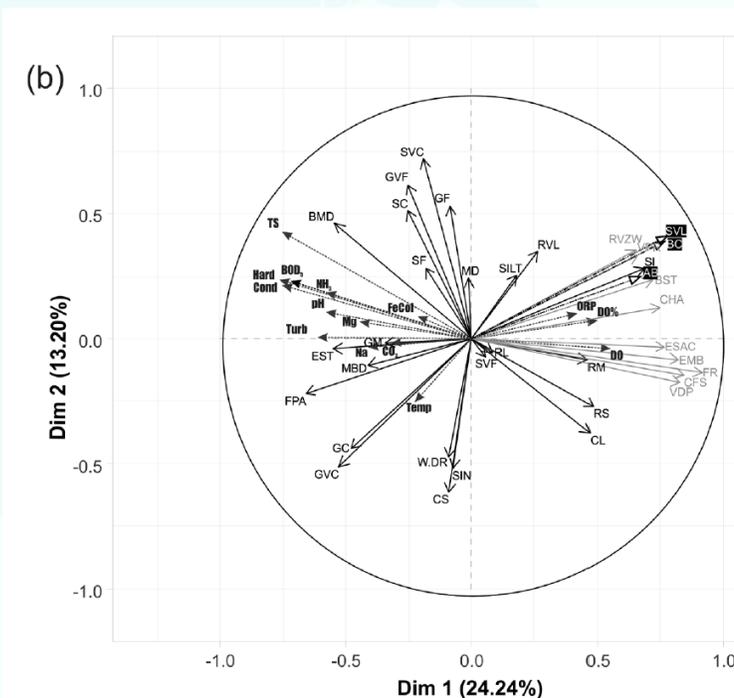
Revisar con respecto a los lineamientos internacionales

Y las principales tendencias de los parámetros

# Estadística básica y utilizar el análisis multivariado

Water physicochemical parameters and the range of variation in all the studied sites. N = 36. Kruskal-Wallis test for the variation between physicochemical parameters and habitat condition categories, p-value significance =\*.

Parameter	Unit	Mean	Standard deviation (±)	Minimum	Maximum	Kruskal-Wallis $\chi^2$	p-value
Water temperature	°C	15.51	2.41	9.6	19.7	5.034	0.1693
Dissolved oxygen	mg/L	4.95	1.29	0.79	6.79	10.0975	0.0178*
Conductivity	µS/cm	215.03	313.33	21	1649	10.0975	0.0178*
pH	u	7.06	0.58	6.01	8.17	7.3593	0.0613
Turbidity	NTU	12.01	25.24	1.78	144	6.3387	0.0963
Total hardness	Pt-Co	76.98	109.98	8.3	577	9.4505	0.0239*
Calcium hardness	mg/L	53.73	79.96	6.2	437.96	7.5529	0.0562
Magnesium hardness	mg/L	23.25	31.44	2.1	143	10.7966	0.0129*
Total alkalinity	mg/L	78.45	116.82	8	638	11.3206	0.0101*
Carbonates	mg/L	1.41	6.09	0	36	2.3108	0.5105
Bicarbonates	mg/L	77.04	111.93	8	602	10.997	0.0117*
Chlorides	mg/L	13.88	19.35	1.29	87.97	7.4934	0.0577
Sulphats	mg/L	19.18	25.66	1.87	116.44	6.4955	0.0898
Calcium	mg/L	4.95	6.58	0.126	29.46	2.9452	0.4002
Magnesium	mg/L	1.63	2.48	0.06	12.28	5.4389	0.1423
Sodium	mg/L	2.47	3.33	0.09	12.19	3.6375	0.3034
Total solids	mg/L	435.58	1663.46	20	10,048	9.1801	0.027*
Total suspended solids	mg/L	153.89	865.12	2	5200	11.673	0.0086*
Total dissolved solids	mg/L	281.69	814.34	14	4848	8.607	0.035*
Sedimented solids	mg/L	2.26	12.47	0	75	10.0953	0.0178*
Chemical oxygen demand	mg/L	20.76	70.24	0.3	398	10.7224	0.0133*
Biochemical oxygen demand	mg/L	13.46	45.66	0.19	258.7	10.5134	0.0147*
Total Carbon organic	mg/L	6.71	22.82	0.09	129.3	10.6627	0.0137*
Ammonia nitrogen	mg/L	0.82	2.61	0.056	15.23	3.2414	0.3559
Fecal coliform	UFC/100 ml	9502.86	10464.21	0	32,100	2.0813	0.5557
Salinity	mg/L	0.10	0.11	0.02	0.66	11.5948	0.0089*
% Saturation of dissolved oxygen	%	50.49	14.19	6.65	66.03	3.5365	0.3161
Oxidation reduction potential	mV	269.73	73.57	-82.25	356.75	4.5522	0.2077



# Creación de capacidades para implementar y fortalecer los mecanismos de control y monitoreo de la calidad del agua.



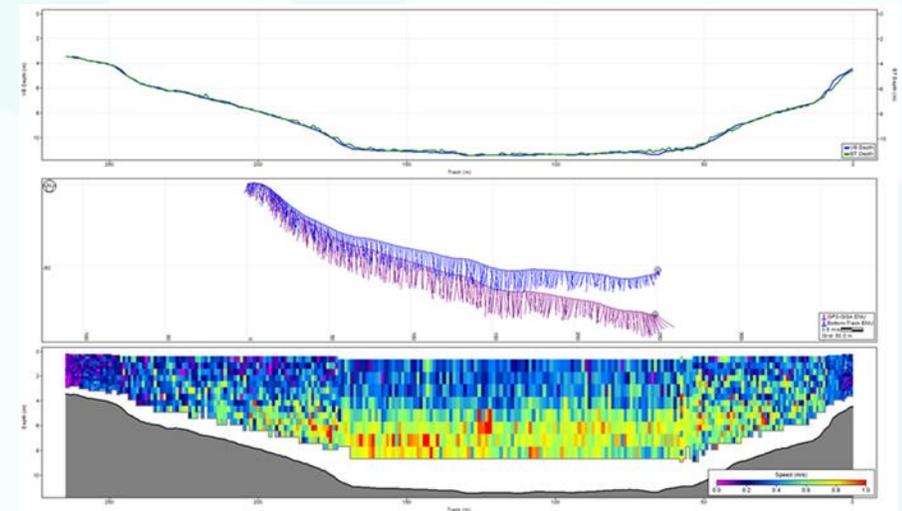
**2 sitios por cuenca**

**En la parte baja de cada cuenca**

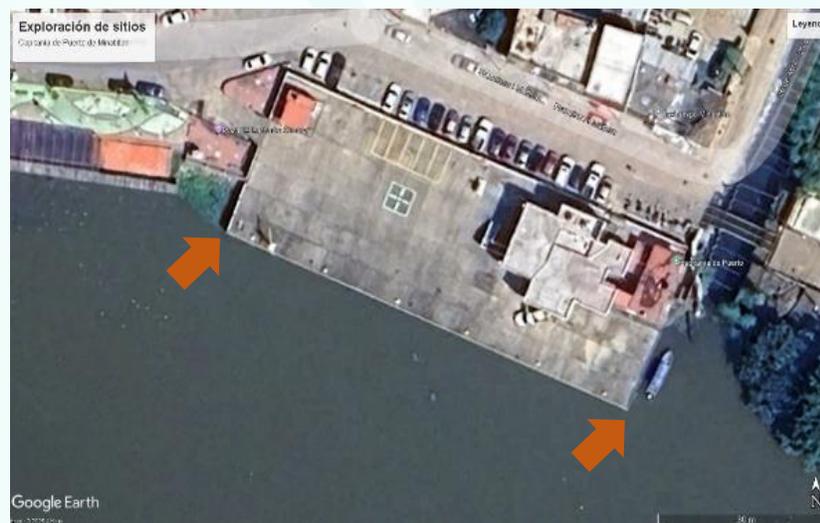
**Batería de 40 parámetros**



# Creación de capacidades para implementar y fortalecer los mecanismos de control y monitoreo de la calidad del agua.



## Estación de monitoreo en tiempo real



# Análisis de vacíos espaciales, de monitoreo, parámetros de calidad del agua e instrumentos jurídicos



**Golfo de México**

Implementación del Programa de Acción Estratégico del **Gran Ecosistema Marino del Golfo de México**

Taller virtual: Análisis integral de monitoreo de calidad del agua, en las principales cuencas que vierten al Golfo de México.

**24-26**  
de junio  
*Registro en línea*

**Medio Ambiente** | **IMTA**  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

**UN environment** | **gef** | **UNOPS**  
United Nations Environment Programme



- 2° taller con expertos para revisar el Análisis de Vacíos, así como el Informe de Evaluación Integral

## Sesiones de capacitación

- Organizadas conjuntamente por México y Estados Unidos (SEMARNAT, CONAGUA, IMTA, SEMAR, U.S. EPA, y el Servicio Geológico de E.U. (USGS) etc.



Desarrollar un Informe de Evaluación que priorice los parámetros adicionales a medir en los sitios de monitoreo y en las plantas de tratamiento de agua seleccionadas ubicadas en los sitios del proyecto.

Elaborar Informe final y validar el informe con SEMARNAT

