



# **“ PLAN DE SEGURIDAD DEL AGUA PARA LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO”**

**Eva Carolina Marini Bulbarela**

**27 de Agosto de 2013**



# ANTECEDENTES

- ❖ Plan de Seguridad del Agua (PSA).
- ❖ Metodologías pormenorizadas para garantizar la calidad de agua para consumo humano.
- ❖ Planteamientos integrales de evaluación y gestión de riesgos.

The screenshot shows the website for the Water Safety Network (RED-PSA/LAC). At the top, there are logos for the Organización Panamericana de la Salud (OPS), CDC, Alianza OPS/CDC/EPA, World Health Organization, IWA (International Water Association), and ONU HABITAT. The main header features a blue water splash graphic with the text "Red de Planes de Seguridad del Agua de Latinoamérica y el Caribe" and "(RED-PSA/LAC)". Below the header is a navigation menu with links: "Acerca de la Red", "Boletines de la Red", "Plan de Seguridad del Agua", "Guías de Calidad del Agua OMS", "Carta de Bonn -IWA", "Declaraciones", "Estudios de Casos", "Documentos Técnicos", "Eventos", and "Publicaciones". The main content area is titled "BOLETINES DE LA RED" and contains a paragraph: "El objetivo de esta publicación es poner a disposición de los miembros de la red un espacio para intercambiar conocimientos y experiencias sobre la implementación de los PSA en la región. Pero sólo lograremos este objetivo mediante su colaboración." Below this is a link for "JUNIO 2010" and a thumbnail for a presentation titled "BOLETIN DE LA RED DE PLANES DE SEGURIDAD DEL AGUA". On the right side, there is a "Contáctenos" section with contact information for María del Carmen Portillo, including a phone number (511) 998-555812 and an email address mariaportillo@iwahq.org. There are also buttons for "Registro" and "Miembros", and a link to a "Manual para el desarrollo de Planes de Seguridad del Agua". At the bottom right, there is a link to the "Water Safety Portal".

Figura 1. Red de PSA.



# PSA EN MÉXICO

- ❖ CHIAPAS (Motozintla de Mendoza)
- ❖ TABASCO (Jonuta, Tacotalpa)
- ❖ VERACRUZ (Zongolica)
- ❖ DISTRITO FEDERAL (UNAM)



Figura 2. Esquema de PUMAGUA en Junio de 2012.





## ❖ **Objetivo General:**

- Desarrollar el Plan de Seguridad del Agua para el Campus Ciudad Universitaria.

## ❖ **Objetivos particulares:**

- Aplicar la metodología recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en materia de integración de Planes de Seguridad del Agua.
- Determinar el estado actual de la infraestructura física del recurso hídrico en Ciudad Universitaria.



# SITIO DE ESTUDIO

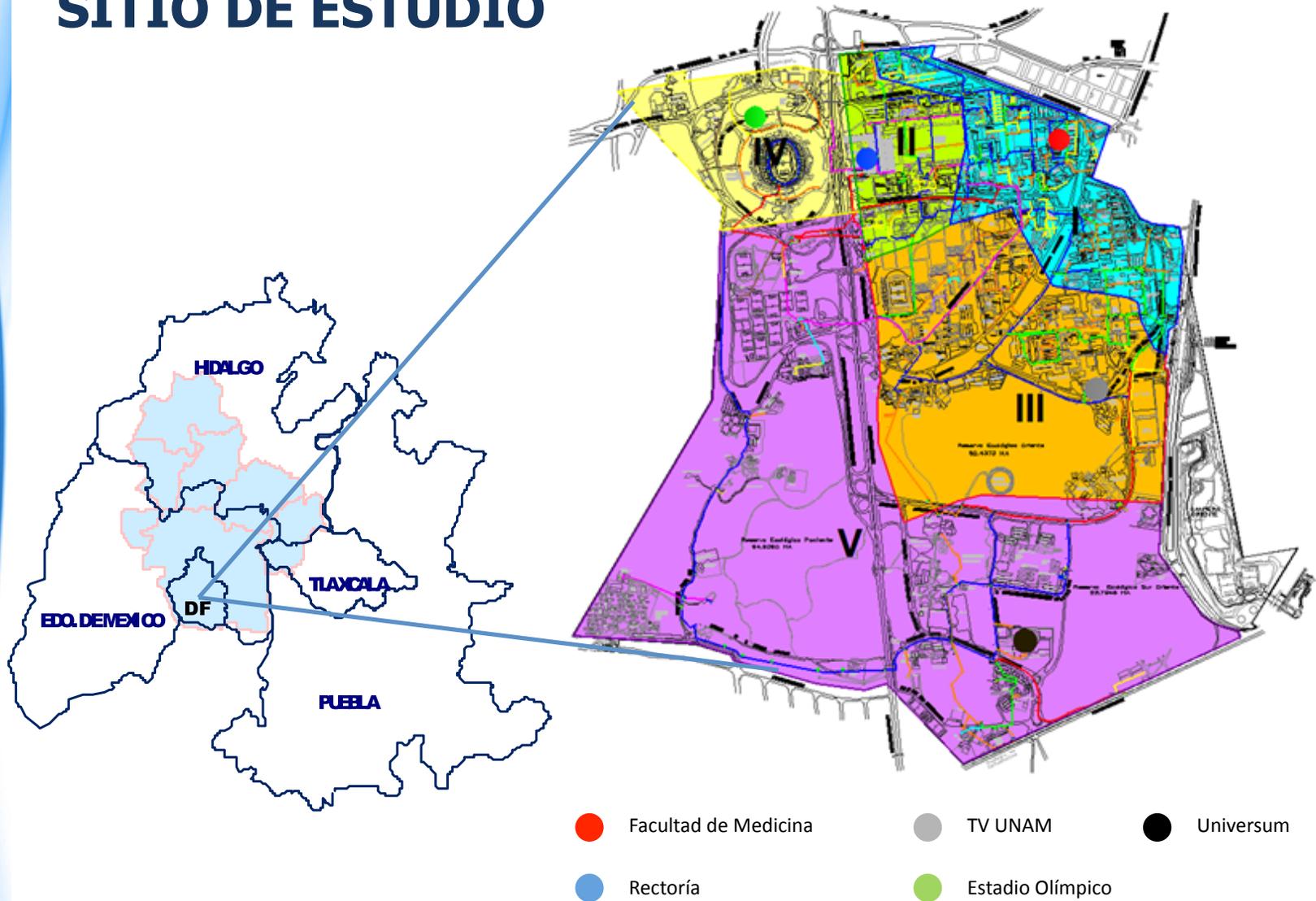


Figura 3. Ciudad Universitaria en la Región XIII. Valle de México (CONAGUA, 2000).



# RED DE AGUA POTABLE EN CIUDAD UNIVERSITARIA

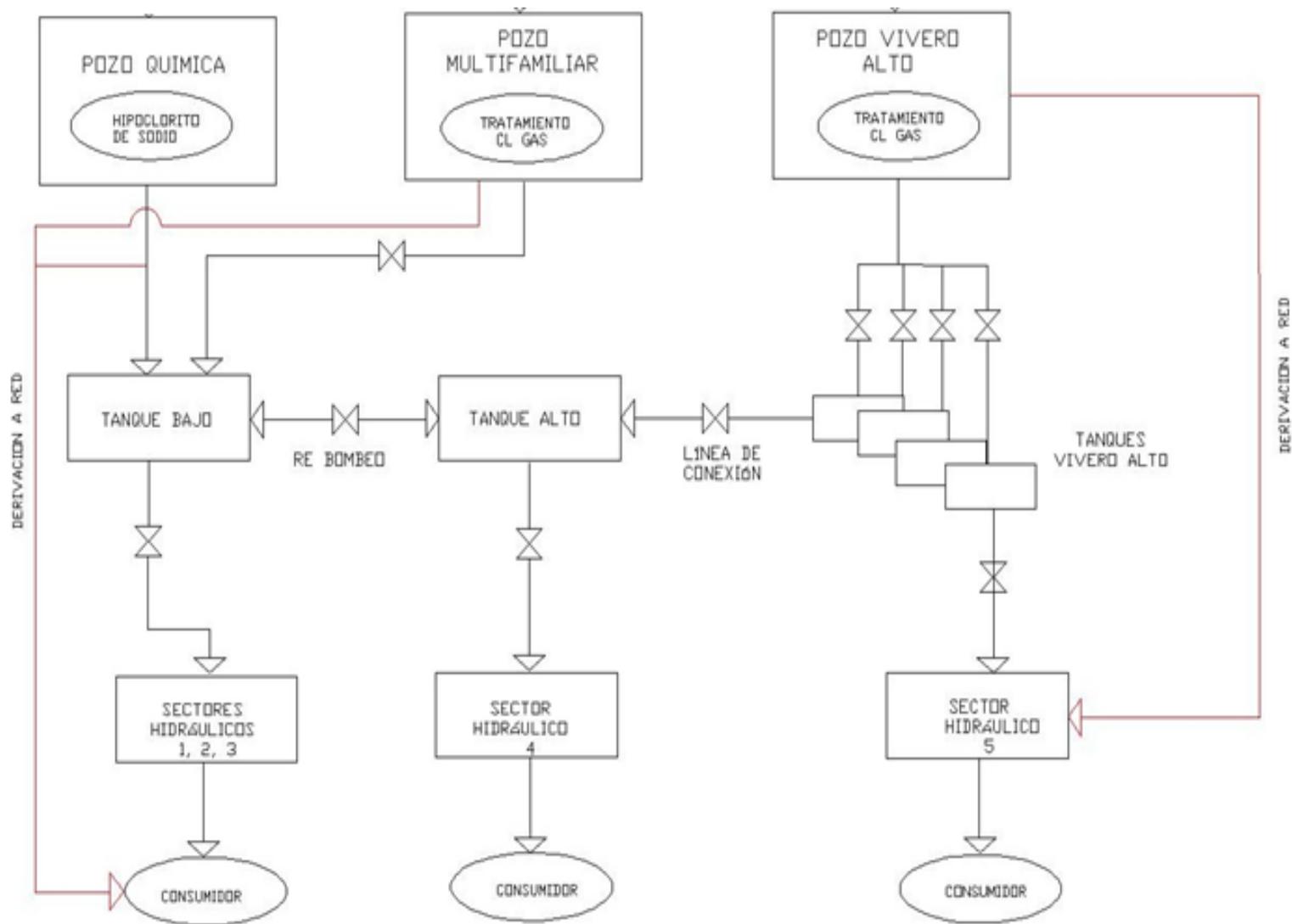


Figura 4. Diagrama de proceso de la red de agua potable en CU, UNAM.



# METODOLOGÍA

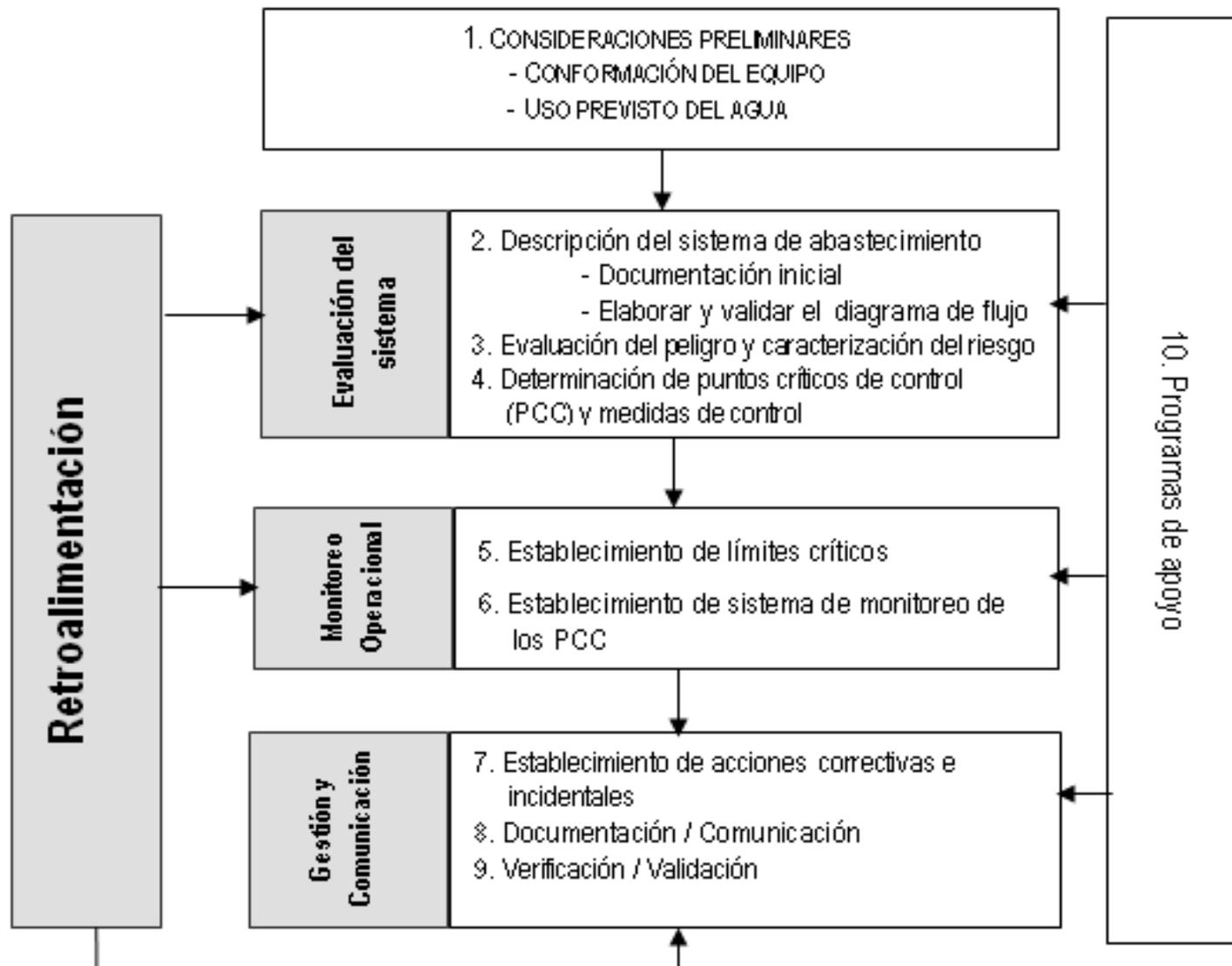


Figura 5. Metodología PSA.





# APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS PSA EN CIUDAD UNIVERSITARIA



# Usos y usuarios del agua en Ciudad Universitaria



Figura 6. Consumos de agua en Ciudad Universitaria.

Tabla 1. Abastecimiento de agua	
Población total	131, 682 usuarios
Dotación	20 Litros/estudiante/día
	40 Litros/trabajador/día
Consumo total	3,262 m <sup>3</sup> /día



# Calidad del agua en Ciudad Universitaria

## NOM-127-SSA1-2000

“Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su notabilización.”

48  
Parámetros  
Puntos  
críticos

1. Cloro libre residual

- \* Pozos
- \* Tanques
- \* Cisternas

2. Nitratos

(Pozo vivero alto)

3. Microorganismos sin normar

- \* Entero bacterias
- \* Estafilococos
- \* Hongos y levaduras
- \* Salmonella y Shigella
- \* Heterotróficas

PARÁMETRO	UNIDADES	LIMITE PERMISIBLE	POZO 1	POZO 2	POZO 3
Aluminio	mg/L	0,20	<0,15	<0,15	<0,15
Arsénico	mg/L	0,05	0,0020	0,0016	0,0018
Bario	mg/L	0,70	<0,15	<0,15	<0,15
Cadmio	mg/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianuros (como CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,07	<0,02	<0,02	<0,02
Cloro residual libre	mg/L	0,2-1,50	<0,06	<0,06	<0,06
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/L	250,00	74	45	49
Cobre	mg/L	2,00	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	mg/L	0,05	<0,02	<0,02	<0,02
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500,00	112	130	107
Fenoles o compuestos fenólicos	mg/L	0,3	<0,001	<0,001	<0,001
Hierro	mg/L	0,30	<0,015	<0,015	<0,015
Fluoruros (como F <sup>-</sup> )	mg/L	1,50	0,42	0,16	0,68
Hidrocarburos aromáticos.					
Benceno	µg/L	10,00	<0,10	<0,10	<0,10
Etilbenceno	µg/L	300,00	<0,10	<0,10	<0,10
Tolueno	µg/L	700,00	<0,01	<0,01	<0,10
Xileno (tres isómeros)	µg/L	500,00	<0,20	<0,20	<0,10
Manganeso	mg/L	0,15	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg/L	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Nitratos (como N)	mg/L	10,00	0,45	1,12	2,50
Nitritos (como N)	mg/L	1,00	0,002	0,002	0,002
Nitrógeno amoniacal (como N)	mg/L	0,50	0,32	0,49	0,32
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH		6,5-8,5	7,00	7,08	6,97
Plaguicidas en microgramos/L:					
Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	µg/L	0,03	<0,02	<0,02	<0,02
Clordano (total de isómeros)	µg/L	0,20	<0,10	<0,10	<0,10
DDT (total de isómeros)	µg/L	1,00	<0,5	<0,5	<0,5
Gamma-HCH (lindano)	µg/L	2,00	<1,00	<1,00	<1,00
Hexaclorobenceno	µg/L	1,00	<0,5	<0,5	<0,5
Heptacloro y epóxido de heptacloro	µg/L	0,03	<0,02	<0,02	<0,02
Metoxicloro	µg/L	20,00	<10,00	<10,00	<10,00
2,4 - D	µg/L	30,00	<10,00	<10,00	<10,00
Plomo	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005
Sodio	mg/L	200,00	35,53	19,89	24,82
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000,00	299	303	287
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	400,00	6	27	25
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	0,50	<0,01	<0,01	<0,01
Trihalometanos totales	mg/L	0,20	<0,10	<0,10	<0,10
Yodo residual libre	mg/L	0,2-0,5	<0,02	<0,02	<0,02
Zinc	mg/L	5,00	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Ausencia	ND	ND	ND
Coliformes Totales	NMP/100 ml	Ausencia	ND	ND	ND
Cuenta estándar	UFC/100 ml	---	---	---	---
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sabor	Insaboro	Insaboro	Insaboro	Insaboro	Insaboro

Tabla 2. Resultado de análisis de calidad del agua en los pozos de CU por un laboratorio certificado (PUMAGUA, 2008).

# Validación del sistema

CHECK LIST DE LA NOM-230-SSA1-2002						
SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS DURANTE EL MANEJO DEL AGUA.						
COMPONENTE DEL SISTEMA	ELEMENTOS DEL SISTEMA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	APLICA	NO APLICA	COMENTARIOS
POZO QUÍMICA						
	ADEME	Sobre sale del terreno 0.50 m		X		Existen discrepancias entre la norma y la construcción del pozo.
	CONTRADEME	Sobre sale del terreno entre 0.20 y 0.50 m.			X	No cumple con las mediciones de la norma.
	BROCAL	Dimensionamiento de acuerdo al diseño del pozo.		X		Es donde asienta el cabezal, la base de pende del gasto que se requiera.
	PLANTILLA	Debe construirse alrededor del pozo, con una pendiente de 2%.		X		La pendiente llega a un cárcamo, el agua del cárcamo se lleva a las alcantarillas. En este pozo la pendiente mide 3%.



Tabla 3. Check list de la NOM-230-SSA1-2002.

Datos **PUMAGUA**, Junio 2012.



# Evaluación de peligros y caracterización de riesgos

**Peligro:** agentes físicos, químicos o radiológicos que pueden dañar la salud pública.

**Riesgo:** probabilidad o frecuencia de que los peligros identificados ocasionen daños a la población expuesta en un tiempo determinado.

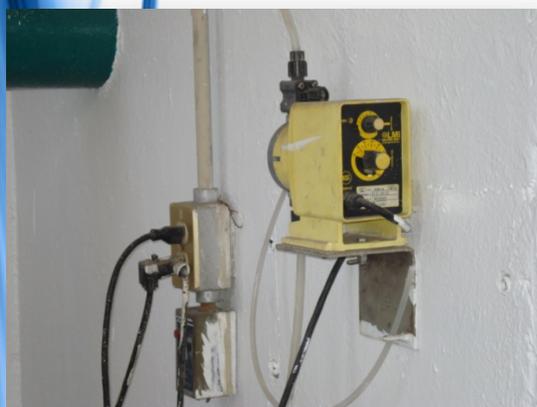
		GRAVEDAD DE LA CONSECUENCIA				
		Efecto nulo o insignificante clasificación: 1	Efecto en el cumplimiento leve clasificación: 2	Efecto organoléptico moderado clasificación: 3	Efecto reglamentario grave clasificación: 4	Efecto catastrófico en la salud pública clasificación: 5
PROBABILIDAD O FRECUENCIA	Casi siempre / Una vez al día- clasificación 5	5	10	13	20	25
	Probable / Una vez por semana- clasificación: 4	4	8	12	16	20
	Moderada / Una vez al mes- clasificación: 3	3	6	9	12	15
	Improbable / Una vez al año- clasificación: 2	2	4	6	8	10
	Excepcional / Una vez cada 5 años- clasificación: 1	1	2	3	4	5
<b>Puntuación del riesgo</b>		<6	6-9	10-15	>15	
<b>Clasificación del riesgo</b>		Bajo	Medio	Alto	Muy alto	

Tabla 4. Matriz de Deere, 2001.

Datos **PUMAGUA**, Junio 2012.



Componente	Eventos peligrosos (Fuente de peligro)	Caracterización del riesgo		Consecuencias del evento peligroso
		Puntaje	Nivel	
✓ Pozo Química	Mala dosificación del desinfectante (Hipoclorito de sodio NaOCl).	15	Muy alto	Efectos adversos en la salud del consumidor, crecimiento bacteriano por falta del desinfectante ó formación de trihalometanos.
✓ Pozos Multifamiliar y Vivero Alto	Desinfección con Cloro gas.			



Componente	Eventos peligrosos (Fuente de peligro)	Caracterización del riesgo		Consecuencias del evento peligroso
		Puntaje	Nivel	
Tanques Vivero Alto	Actos vandálicos.	10	Alto	Contaminación del agua almacenada por depósito de residuos sólidos como botellas, latas, piedras, etc. dentro de los tanques.
	Tapas de tanques sin candados.			



Componente	Eventos peligrosos (Fuente de peligro)	Caracterización del riesgo		Consecuencias del evento peligroso
		Puntaje	Nivel	
Red de distribución	Tapas de registro sin candado.	10	Alto	Generar vandalismo dentro de los registros.
	Válvulas de seccionamiento obsoletas.			Ruptura de piezas y accesorios por antigüedad, fugas.
	Mala planeación en la construcción de redes de agua potable, drenaje y alcantarillado (Sector hidráulico I, Facultad de Química).			Generar accidentes en el personal que labora reparando este tipo de tuberías .



Datos **PUMAGUA**, Junio 2012.

Componente	Eventos peligrosos (Fuente de peligro)	Caracterización del riesgo		Consecuencias del evento peligroso
		Puntaje	Nivel	
Cisternas 64 en CU para agua potable	Cloro libre residual fuera de norma (Calidad del agua, PUMAGUA, 2011).	10	Alto	Agua no apta para consumo humano.
	Tapas sin candados.			Ocurrencia de actos vandálicos por falta de seguridad.
	Escaleras marinas corroídas.			Desprendimiento de material que pone en riesgo la calidad del agua.
	Ductos de ventilación sin malla protectora.			Ingreso de fauna nociva a la cisterna, contaminación del agua.



Datos **PUMAGUA**, Junio 2012.

## Determinación de puntos críticos

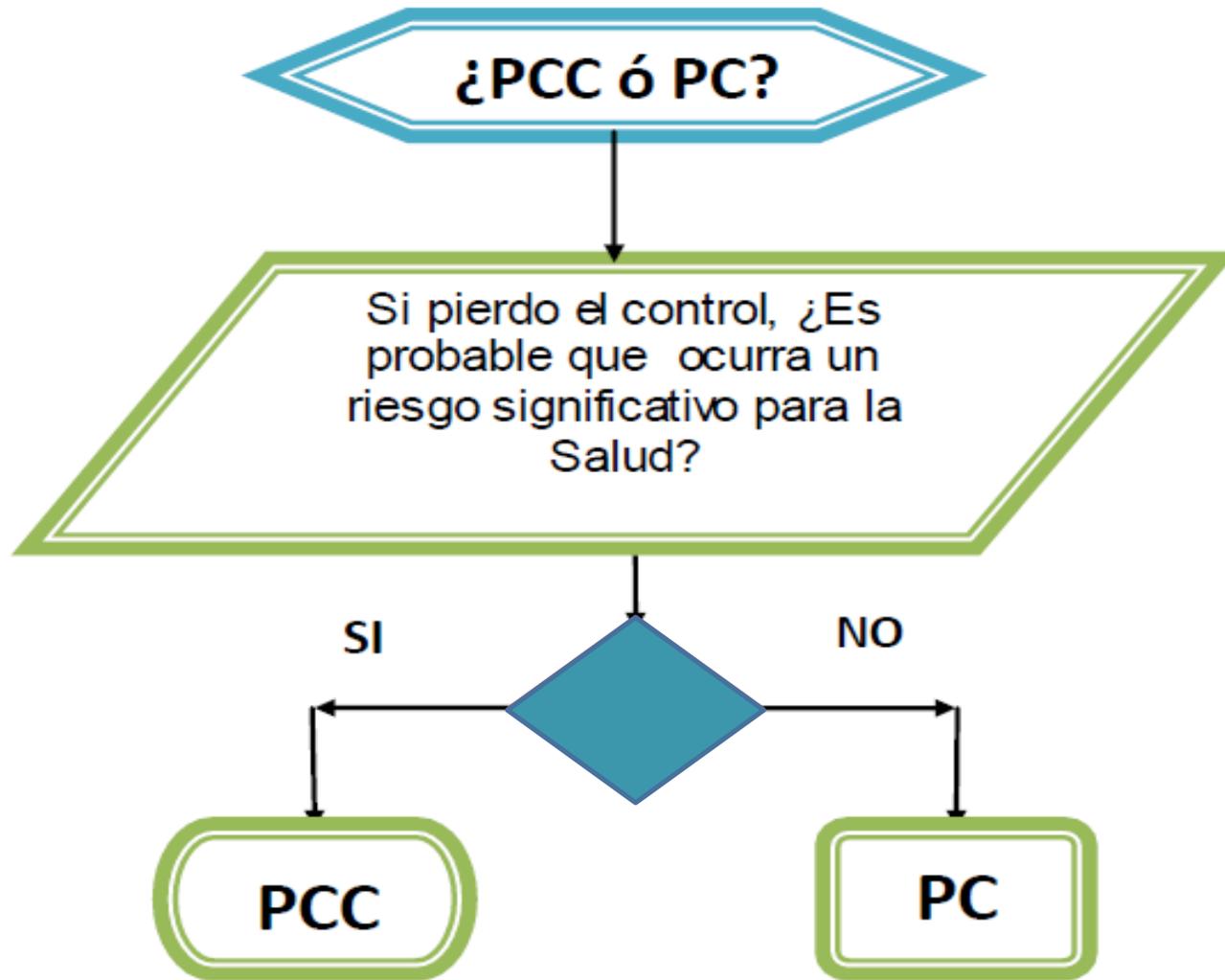


Figura 7. Esquema para determinar PC y PCC.



## Establecimiento de acciones correctivas

Componente	Eventos peligrosos (Fuente de peligro)	Acción correctiva	Responsable
Pozo Química	Mala dosificación del desinfectante (Hipoclorito de sodio NaOCl).	Cambio del sistema de desinfección.	DGOyC
Pozos Multifamiliar y Vivero Alto	Desinfección con Cloro gas.		DGOyC
Tanques Vivero Alto	Actos vandálicos.	Implementar un programa preventivo de vigilancia en tanques y puntos estratégicos de la red de agua potable en CU.	DGOyC Vigilancia UNAM
Puntos de consumo	Cloro libre residual fuera de norma.	Hacer más eficiente el proceso de desinfección. Monitoreo constante de parámetros.	DGOyC *Calidad del agua PUMAGUA

Tabla 5. Acciones correctivas.



# Acciones incidentales (Emergencias)

Ejemplo caso extremo: Epidemia de Cólera

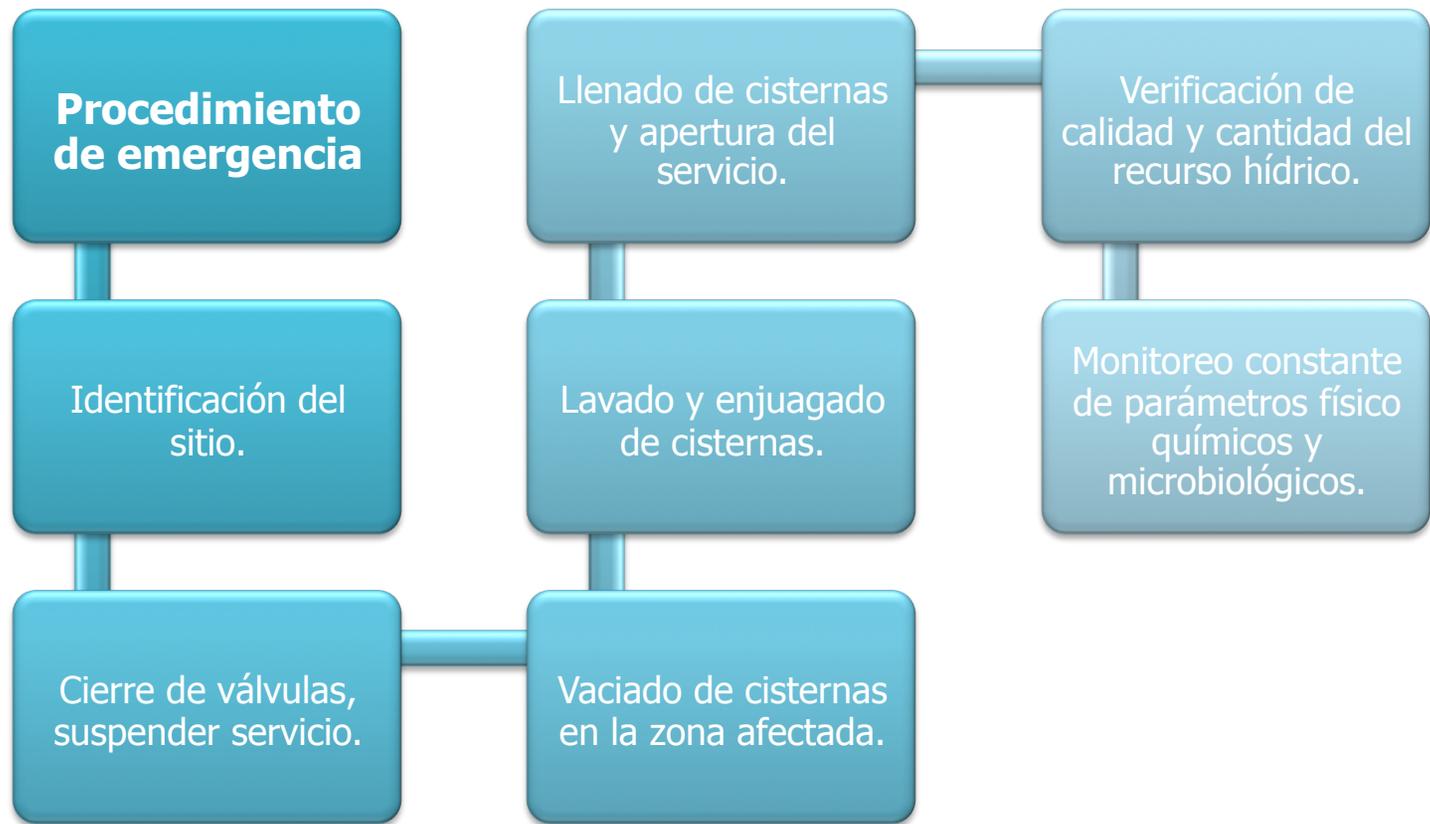
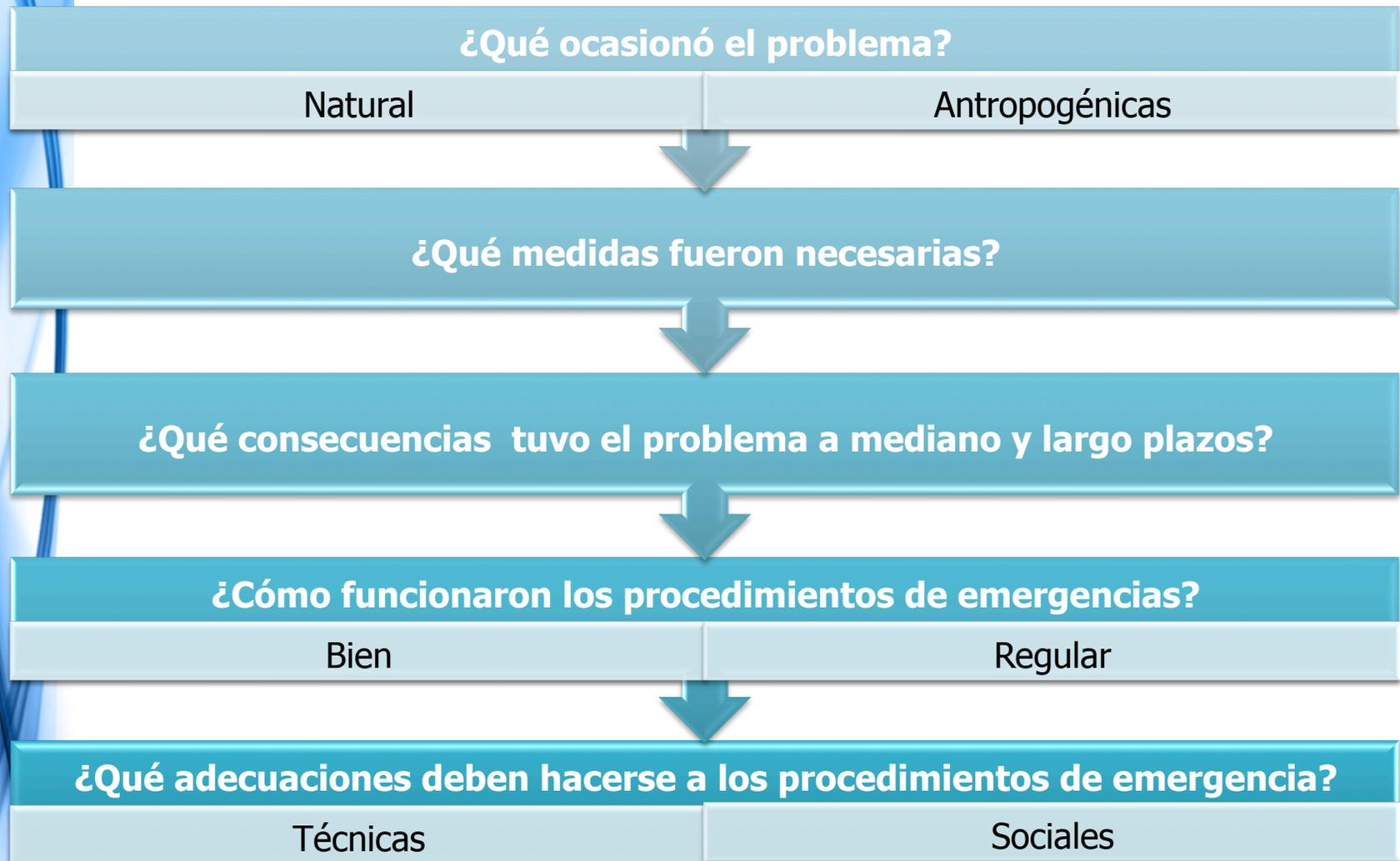


Figura 8. Procedimientos de emergencia.



# Interrogantes después de una emergencia



# Socialización del PSA

Fechas	Actividades
Septiembre de 2010	Curso- taller "Introducción a los PSA en América latina y el Caribe" impartido por M en I. Mirna Argueta (Honduras).
Agosto de 2011	Visita para conocimiento de PSA implementado. (Honduras)
Julio 2011 a mayo de 2012	Participación con carteles del trabajo PSA en los eventos del II-UNAM.
Junio de 2012	Participó en el XXXIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS-Brasil.

Tabla 6. Socialización del PSA.



**"RIESGOS EN LA RED DE AGUA POTABLE DE CIUDAD UNIVERSITARIA, UNAM"**

Dr. MARZEL, M. ARGUETA, F. GONZÁLEZ, A. NOYOLA  
 INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FABRICO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO (SABANA) FUNDACIÓN

**INTRODUCCIÓN:**  
 En Ciudad Universitaria (CU) se estructura un Plan de Seguridad del Agua (PSA), a través de la identificación, priorización de los peligros y eventuales riesgos en los sistemas de abastecimiento de agua potable. Sendo los PSA metodologías estratégicas propuestas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para asegurar la calidad de agua de consumo humano.

**OBJETIVO:**  
 -Minimizar, eliminar y prevenir la contaminación del agua desde la fuente de captación hasta los consumidores dentro de CU.

**MÉTODOS:**

- 1.- Validación de la red utilizando la NOM-230-SSA1-2002.
- 2.- Identificar peligros y caracterizar riesgos.
- 3.- Determinar puntos críticos de control (PCC) y proponer medidas de mitigación.

**RESULTADOS:**

Componente	Riesgo peligrosos (Presencia de peligros)	Caracterización del riesgo Frecuencia Gravedad	Consecuencia de los eventuales peligrosos
Captación Punto Quintana	Presencia de contaminación de aguas (NOM-230)	15 Muy alto	Si la línea no está bajo presión pueden haber contaminación microbiológica y a través, medidas efectivas advierten en la salud del consumidor.
Almacenamiento Deposito No. 4	Actos negligentes	10 Alto	Contaminación del agua almacenado a causa de ser un medio ambiente con bacterias, virus, parásitos, dentro de los depósitos.
Distribución	Ciclo biológico de bacterias (NOM-127-SSA1-2004)	15 Muy alto	Según características de otros sistemas se requiere el empleo de cloro para la desinfección del agua. Al ser un sistema de distribución, se requiere de un equipo adecuado (TAN).

**CONCLUSIONES:**  
 \*Se requieren implementar estrategias preventivas y correctivas en el sistema de abastecimiento de agua, monitoreando parámetros de manera continua e incrementando los niveles de seguridad en toda la red de distribución.  
 \*Sustitución del sistema de desinfección por equipo actualizado.

# Verificación y validación del PSA



Figura 9. Procedimiento de validación del PSA.



## RESULTADOS

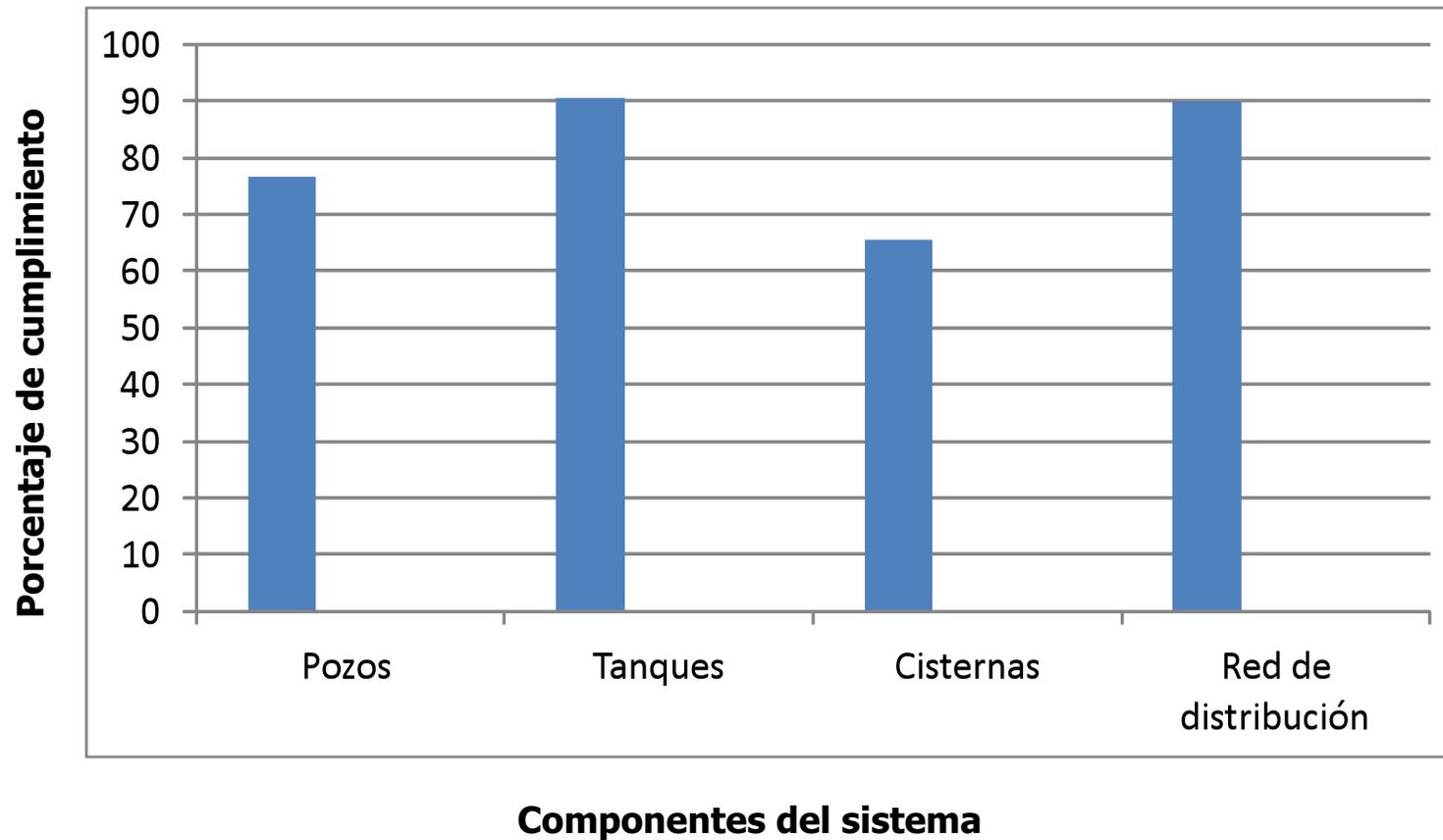


Figura 10. Gráfico con los porcentajes de cumplimiento acorde a la NOM-230-SSA1-2002.



# PROPUESTA PARA CONFORMAR UN ORGANISMO OPERADOR DE AGUA EN CIUDAD UNIVERSITARIA

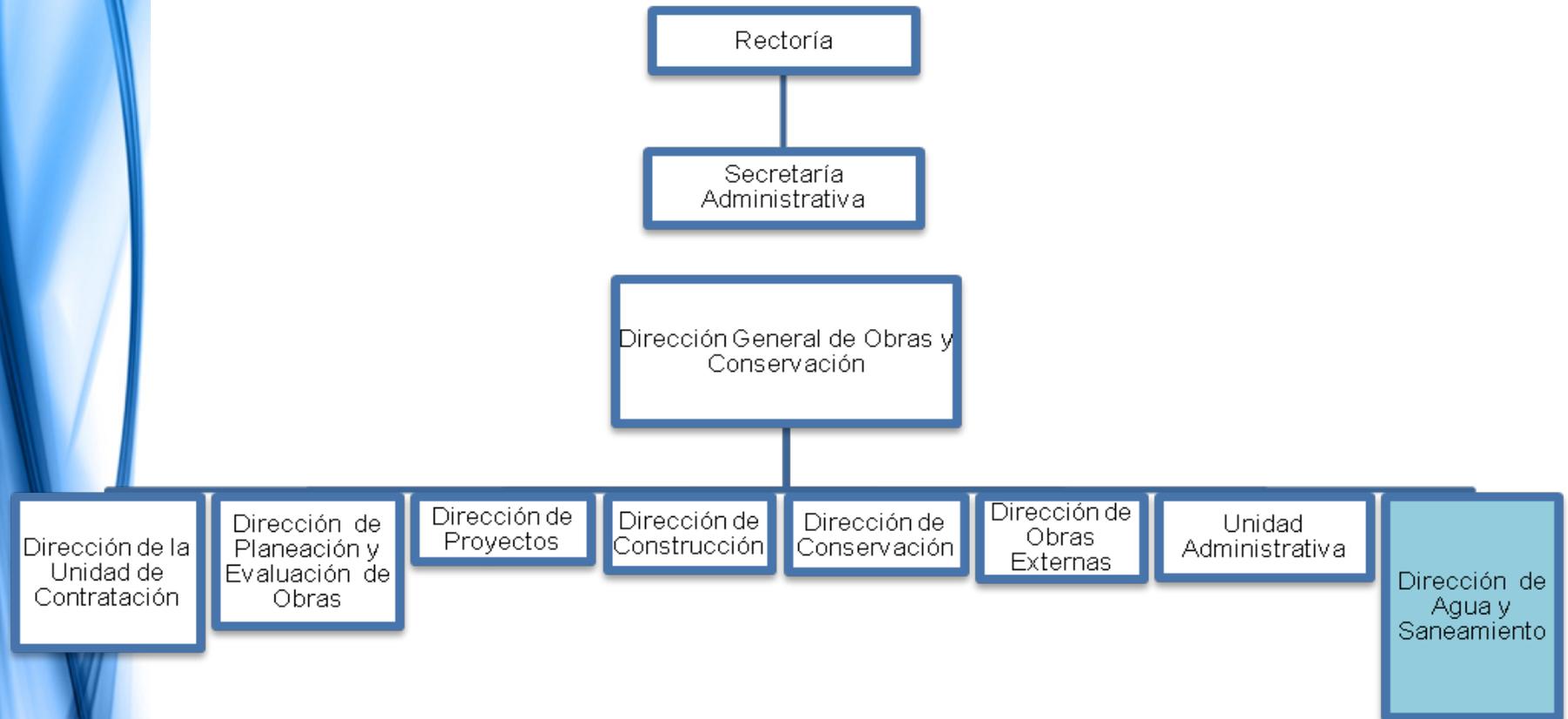


Figura 11. Organigrama de la DGOyC.



# DIRECCIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO

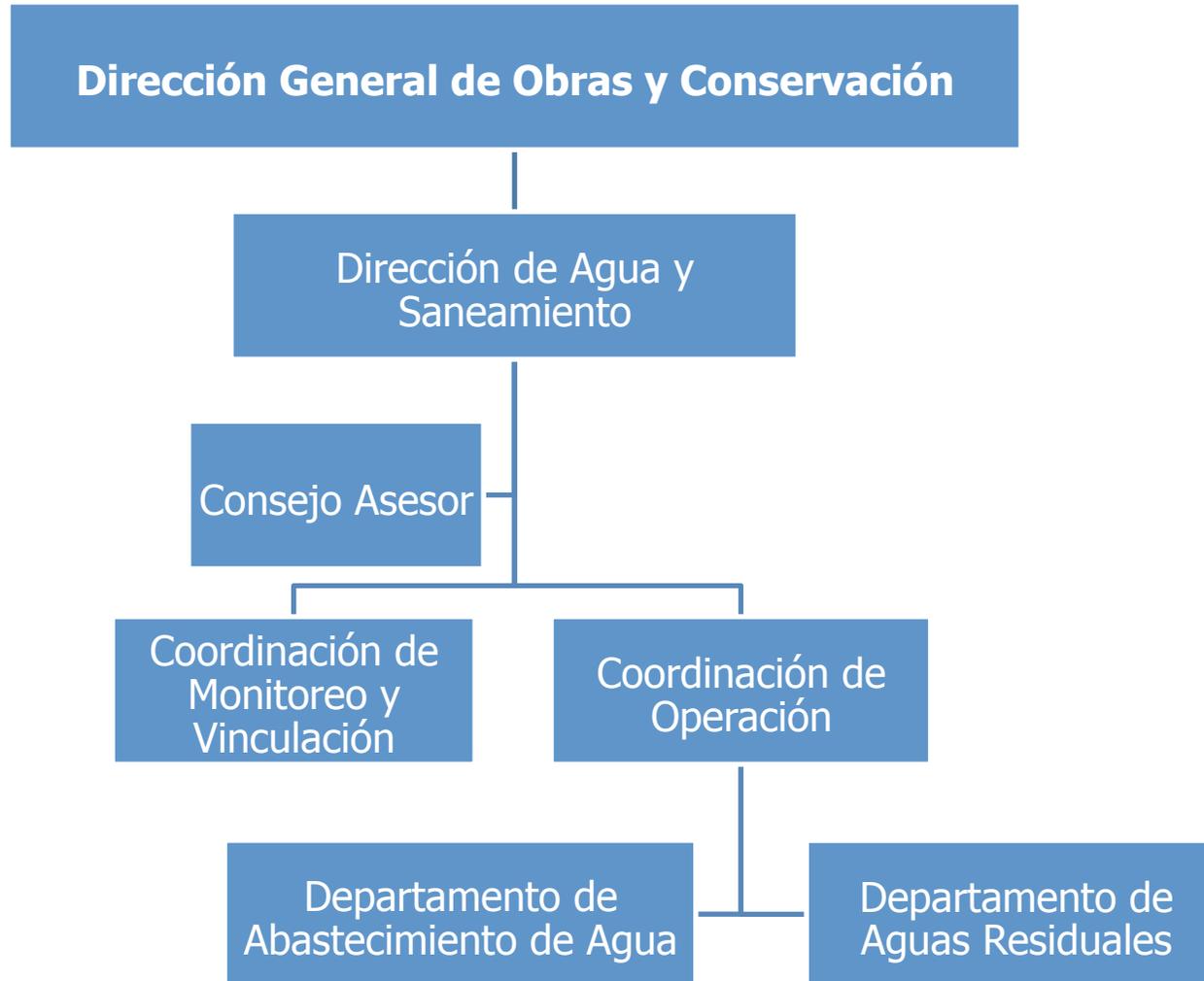


Figura 12. Organigrama de la Dirección de Agua y Saneamiento



## CONCLUSIONES

- ❖ En el sistema de abastecimiento de agua existen componentes (válvulas, tubería, registros, accesorios, etc.) que ya cumplieron su tiempo de vida útil y necesitan ser reemplazados.
- ❖ La red de distribución de agua potable en CU cumple en un 83.10% con las especificaciones propuestas en la NOM-230-SSA1-2002.
- ❖ Al no existir un plan financiero para resolver amenazas y vulnerabilidades de los sistemas de abastecimiento de agua en CU, se deberá realizar un análisis de costo-beneficio y hacer la propuesta al organismo operador del servicio.





## RECOMENDACIONES

- ❖ Crear la Dirección de Agua y Saneamiento dentro de la DGOyC, con su debida estructura, para constituirse en el organismo operador de agua en Ciudad Universitaria.
- ❖ Que el organismo operador del agua en CU, así como las autoridades involucradas en el tema y gestión del recurso hídrico, aprueben la implementación del Plan de Seguridad del Agua (PSA) para el sistema de abastecimiento de agua potable en el Campus.



# AGRADECIMIENTOS



- ❖ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México.
- ❖ **“PUMAGUA”** Programa de Manejo Uso y Reúso del Agua en la UNAM.
- ❖ Dirección General de Obras y Conservación, UNAM.
- ❖ M en I. Mirna Argueta Irías (Honduras).
- ❖ **Jornadas del Agua-UNAM.**





**¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!**

**[EMariniB@iingen.unam.mx](mailto:EMariniB@iingen.unam.mx)**

