

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL Y SITUACIÓN SIN PROYECTO

2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable

El abastecimiento de agua potable de Bacalar se lleva a cabo a partir de la explotación de agua subterránea, mediante la utilización de tres pozos profundos que en conjunto tienen una capacidad instalada para un gasto de 30 lps. De la zona de captación parten dos líneas de conducción, la primera tiene un recorrido de 8,950 metros entregando directamente a la red de distribución y la segunda siguiendo un trazo paralelo al de la otra línea inicia en el pozo 2 con una longitud de 1,200 metros. En su extremo conecta con el pozo 1 y continúa hasta el cárcamo poniente con una longitud de 9,670 metros (véase figura 2.1).

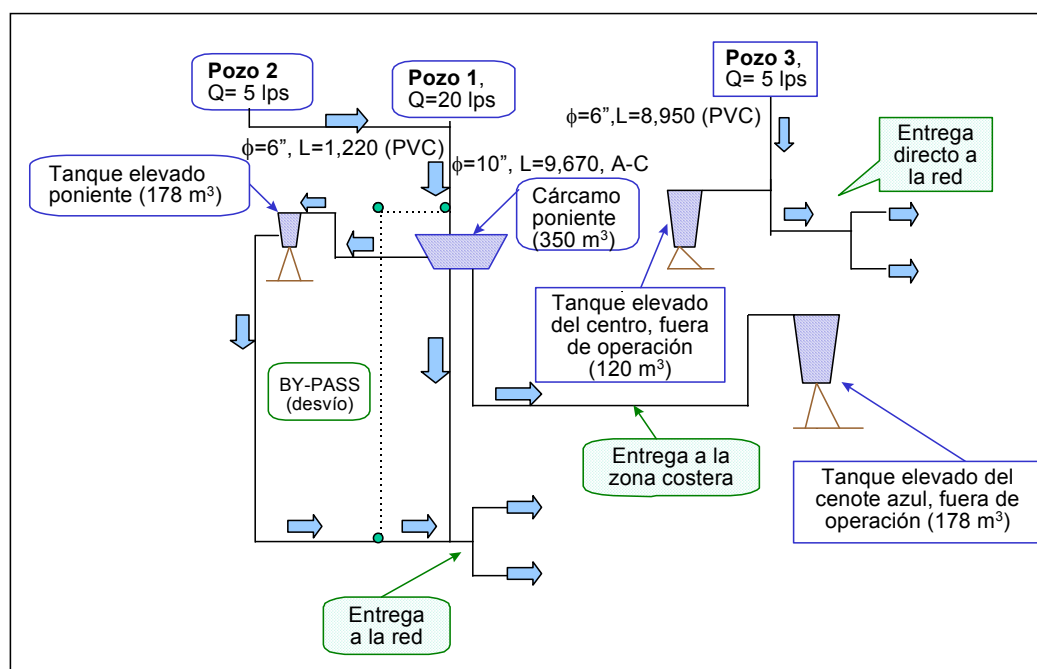


Figura 2.1 Infraestructura existente del sistema de abastecimiento de agua.

La cobertura actual del servicio de agua potable es del 83 por ciento y la distribución a la población se realiza por medio de “tandeos”⁸. La zona poniente de la población (véase figura 2.2) no tiene red de distribución y se abastece a través de 10 tanques de polietileno que se llenan con pipas dos

8 Se entiende por “tandeo” a la acción de suministrar agua durante ciertas horas del día o algunos días de la semana, a distintas colonias o sectores de la localidad.

veces por semana, desde donde el agua se acarrea a las viviendas. Por su parte, las tarifas que se cobran a los usuarios corresponden a una cuota fija ya que no se cuenta con micromedición.

2.2 Oferta de agua potable y generación de aguas residuales

Según cifras proporcionadas por Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos S.A. de C.V., el volumen de agua producido por el sistema de abastecimiento es de 29.55 litros por segundo (lps), el volumen perdido físicamente es de 11.23 lps y el volumen entregado a la población es de 18.32 lps⁹. Así, de acuerdo al factor de generación de afluentes¹⁰ (80 por ciento del agua consumida), se producen un promedio de 14.66 lps de agua residual.

Para elaborar las proyecciones de consumo de agua potable y generación de aguas residuales se consideró un horizonte de 27 años (1998-2025) y se tomó como variable independiente un crecimiento poblacional del 3% anual. Además, se consideró que la operación del sistema de abastecimiento de agua potable mantiene una eficiencia en la operación del 62, 65, 70 y 75 por ciento de 1998 al 2001 y del 80 por ciento del 2002 al 2025¹¹. Como se mencionó, se estima que la generación de aguas residuales corresponde al 80 por ciento del consumo de agua potable. Los resultados de las proyecciones realizadas se presentan en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Oferta de agua potable y generación de aguas residuales 1998-2025 (lps).

Año	Agua potable			Aguas residuales
	Producción	Pérdidas	Oferta	
1998	29.55	11.23	18.32	14.66
1999	30.04	10.51	19.53	15.62
2000	30.81	9.24	21.57	17.25
2001	31.51	7.88	23.64	18.91
2002	32.15	6.43	25.72	20.58
2003	33.12	6.62	26.49	21.20
2004	34.11	6.82	27.29	21.83
2005	35.14	7.03	28.11	22.49
2010	40.73	8.15	32.59	26.07
2015	47.22	9.44	37.78	30.22
2020	54.74	10.95	43.79	35.03
2025	63.46	12.69	50.77	40.61

Fuente: Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos, S.A. de C.V.

9 Se supone que el agua entregada a la población es consumida.

10 Según datos de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

11 Estimaciones realizadas por CAPA.

2.3 Métodos de evacuación de aguas residuales y excretas

Como se mencionó antes, la localidad de Bacalar no cuenta con un sistema de recolección y tratamiento de las aguas residuales que genera la población, por lo que la eliminación de estas aguas y de las excretas se hace a nivel domiciliario a través de fosas sépticas, o bien se eliminan sin tratamiento por medio de letrinas, pozos negros o a “ras de suelo”.

Para llevar a cabo un buen diagnóstico de los métodos y costos de evacuación en que incurre actualmente la población, el equipo de evaluación realizó un trabajo de campo en la localidad de Bacalar, del cual se identificaron tres zonas sociodemográficas de características diferentes: *zona urbana*, *zona de expansión o de crecimiento* y *zona costera o residencial* (véase figura 2.2).

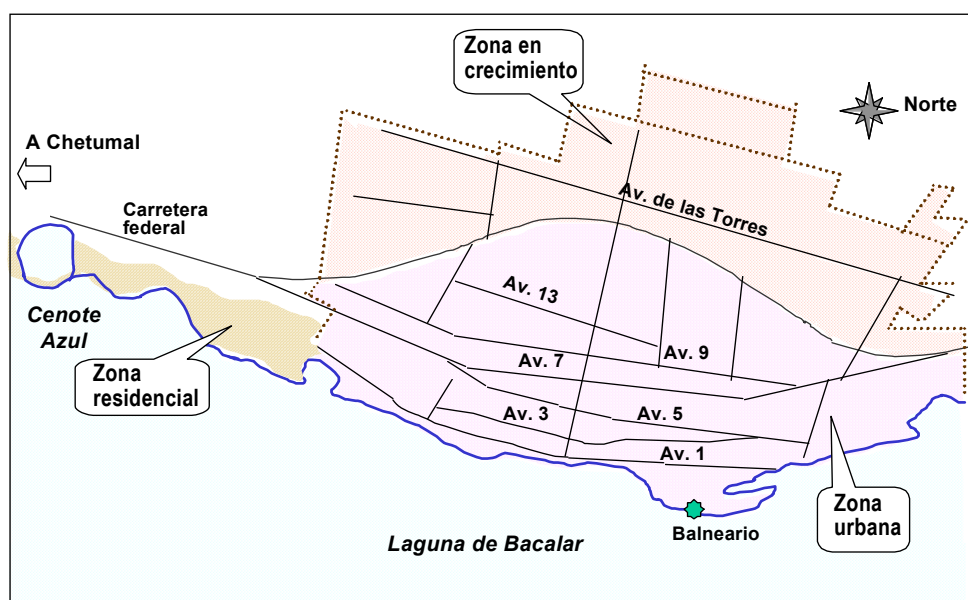


Figura 2.2 Localidad de Bacalar por zonas sociodemográficas.

a) Zona costera o residencial¹²

Esta zona se extiende del Cenote azul al extremo sur de Bacalar y se caracteriza por ser un área de casas de descanso tipo residencial (alrededor de 55). Además, cuenta con infraestructura turística que consiste en un hotel de tres estrellas con una capacidad instalada de 57 habitaciones, un restaurante a la orilla del Cenote azul y, aproximadamente a tres kilómetros de ese sitio, se construye el hotel “Club las Velas” de cinco estrellas.

¹² En estos incisos se describen las características generales de cada una de las zonas. En el siguiente punto se especifica la población, número de viviendas y los costos de los métodos actuales de eliminación de excretas y aguas residuales.

En esta zona la eliminación de excretas y aguas residuales de las casas habitación es a través de fosas sépticas, que se estima cumplen con la mayoría de las especificaciones técnicas de diseño¹³. Lo anterior debido a que los habitantes de estas viviendas utilizan la laguna para realizar actividades recreativas (como nadar o bañarse) frente a su predio, por lo que “cuidan” y vigilan la contaminación que pudiera darse en la laguna.

b) Zona urbana

Esta zona constituye la parte de consolidación de la localidad, en donde se ubican la mayoría de los establecimientos comerciales y de servicios públicos y privados de Bacalar. En esta zona predominan las casas de material permanente (ladrillo y concreto) y la eliminación de las aguas residuales es principalmente a través de fosas sépticas y/o pozos negros¹⁴.

c) Zona de expansión o crecimiento

Se ubica en la parte oeste de Bacalar y está delimitada por la carretera federal (libramiento). Constituye la zona de nuevos asentamientos, en donde predominan las casas de material perecedero (madera, palma y lámina de cartón). El suministro de agua es irregular por problemas en la red o por la falta de ésta, por lo que CAPA ha colocado tinacos de plástico que se llenan a través de pipas. La eliminación de excretas es a “ras de suelo” en alrededor del 30% de las viviendas, letrinas 45% y fosas sépticas y pozos negros 25%.

De acuerdo con el trabajo de campo y con base en la información proporcionada por la Jurisdicción Sanitaria de Bacalar¹⁵, en las figuras 2.3 y 2.4 se muestran los principales materiales con que se encuentran construidas las viviendas, el índice de hacinamiento y los métodos de evacuación de aguas residuales y excretas, de los habitantes de algunas colonias representativas de las zonas urbanas y de crecimiento.

13 En el anexo 2 se define e ilustra un fosa séptica “técnicamente bien diseñada”.

14 Se presume que la mayoría de las fosas sépticas de esta zona no cumplen con las especificaciones técnicas de diseño (véase anexo 2).

15 Servicios Estatales de Salud (SESA).

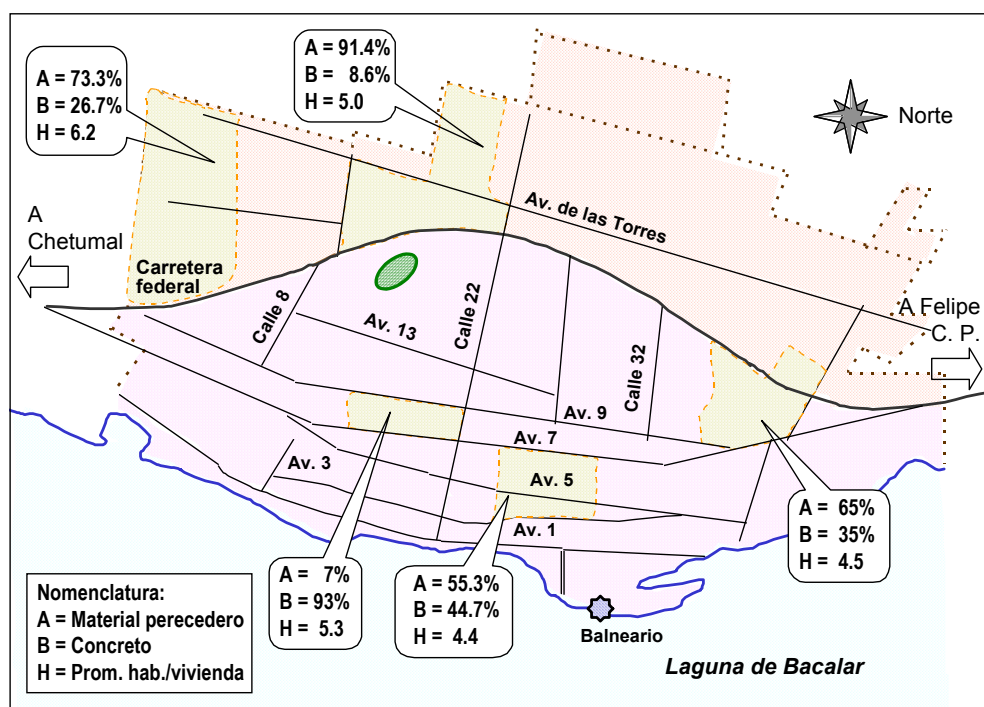


Figura 2.3 Materiales con que se encuentran construidas las viviendas (concreto y perecederos) e índice de hacinamiento de algunas colonias.

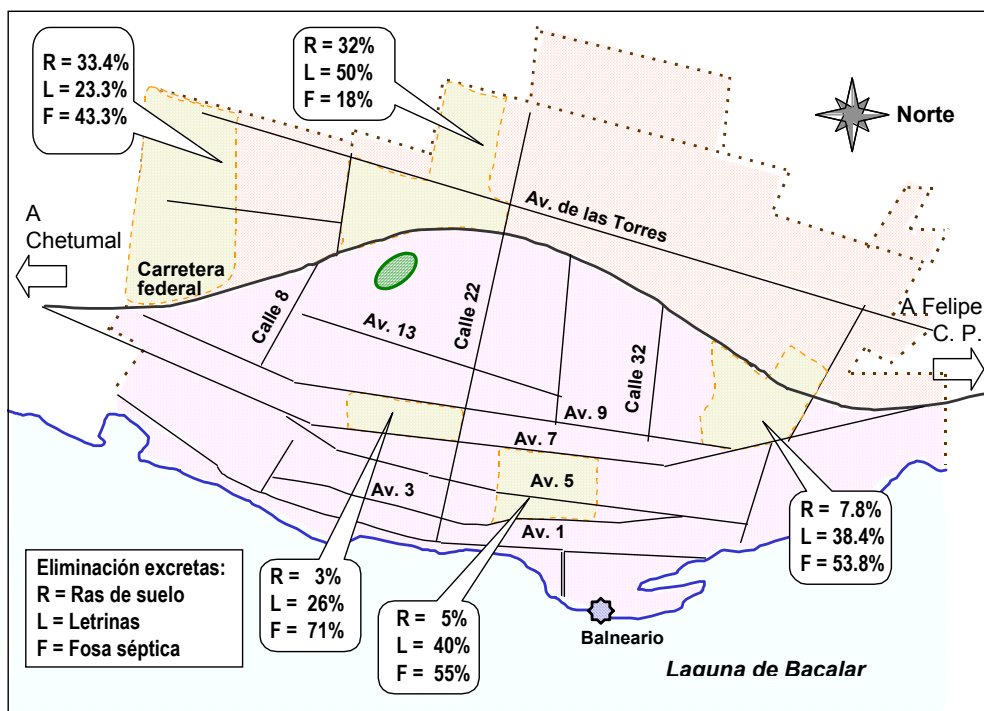


Figura 2.4 Métodos de evacuación de aguas residuales y excretas de algunas colonias de las zonas urbana y de crecimiento.

2.4 Problemática de los métodos actuales de eliminación de aguas residuales y excretas

Los diferentes métodos que actualmente utiliza la población para eliminar las aguas residuales y excretas, les obliga a incurrir en costos por concepto de construcción, reparación y mantenimiento de las fosas sépticas, pozos negros y letrinas. Es decir, la falta de un sistema de alcantarillado sanitario y el crecimiento natural de la población, exige a los nuevos habitantes de Bacalar construir algún medio para deshacerse del agua que utilizan y de las heces fecales que generan.

Para poder determinar estos costos de la manera más precisa posible, se dividió a la localidad de Bacalar en las tres zonas que se identificaron previamente (urbana, de crecimiento y residencial). Asimismo, en el trabajo de campo se observó que en la *zona urbana*, aún existen viviendas que eliminan las excretas por medio de letrinas o a “ras de suelo”; por ello, esta zona fue subdividida a su vez en tres diferentes áreas (véase figura 2.5).

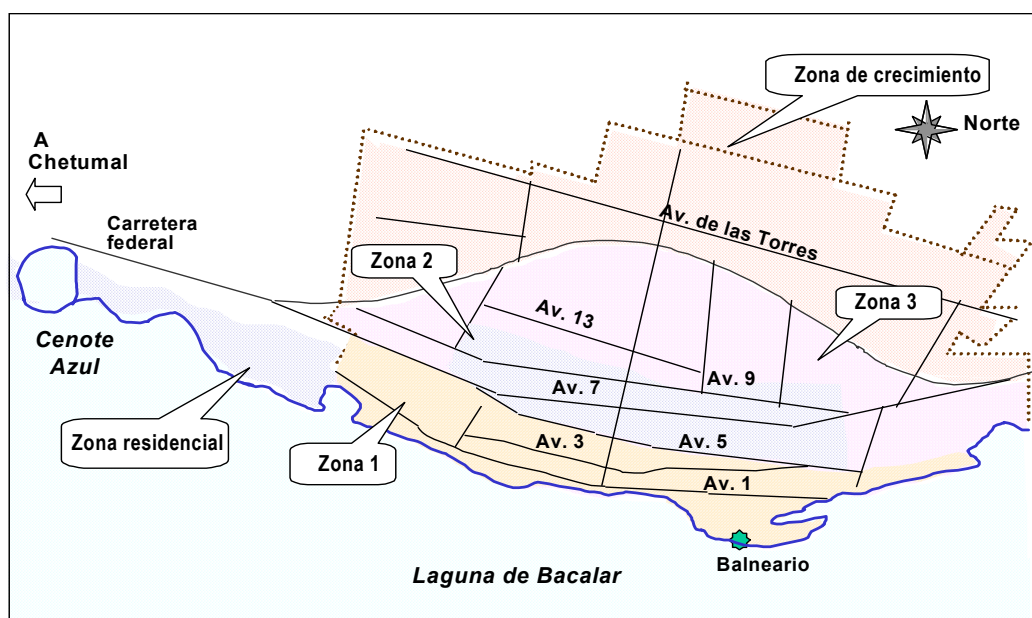


Figura 2.5 Zonificación de la localidad de Bacalar para determinar los costos de evacuación de aguas residuales y excretas.

Considerando la zonificación mostrada en la figura anterior, en el cuadro 2.2 se muestra para cada una de las cinco zonas, el número de viviendas y el método que utilizan sus habitantes (fosa séptica, letrina o “a ras de suelo”) para la evacuación de las aguas residuales y excretas.

Cuadro 2.2 Número de viviendas y métodos de evacuación de aguas residuales y excretas por zonas (julio 1998).

Método de evacuación	Viviendas en la zona					Total
	Urbana			Crecimiento o expansión	Costera o residencial	
	Zona 1	Zona 2	Zona 3			
Fosas sépticas	199	453	309	128	55	1,144
Letrinas	145	166	294	356	-	961
Ras de suelo	18	19	151	228	-	416
Total de viviendas	362	638	754	712	55	2,521

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del trabajo de campo y de la Jurisdicción Sanitaria de Bacalar.

Durante el trabajo de campo, el equipo de evaluación aplicó encuestas a las personas encargadas de construir y dar mantenimiento a las fosas sépticas y letrinas de la localidad. Se obtuvo que el costo promedio para la construcción de una fosa séptica y de una letrina asciende a aproximadamente 4,500 y 610 pesos respectivamente. Del mismo modo, los costos de mantenimiento se estiman en 520 y 590 pesos anuales para una fosa y una letrina respectivamente.

En el cuadro 2.3 se muestra para el primer año del horizonte de evaluación, los costos en que incurriría la población de Bacalar por la construcción, reparación y mantenimiento de las nuevas y actuales fosas sépticas¹⁶.

Las consideraciones o supuestos que se hacen para estimar estos costos, son con base en las experiencias de los habitantes de cada una de las zonas de la localidad de Bacalar y a opiniones de las personas que construyen y dan mantenimiento a estos métodos de eliminación de aguas residuales.

16 Para efectos de presentación, en este cuadro se muestra como se realizó la estimación de estos costos para el caso de las fosas sépticas. En el anexo 1, se detallan estos cálculos y se muestra la forma análoga en que se realizó para el caso de las letrinas.

Cuadro 2.3 Costos por construcción y mantenimiento de fosas sépticas para el año 1 del horizonte de evaluación (pesos de julio de 1998).

Concepto	Zona				
	Urbana			Crecimiento o expansión	Costera o residencial
	Zona 1	Zona 2	Zona 3		
Viviendas:					
c/ fosa séptica	199	453	309	128	55
c/ letrina y ras suelo	163	185	445	584	-
Fosas sépticas:					
Mtto. actuales ^a (\$)	25,883	58,887	40,135	16,637	7,150
Nueva construcción:					
Viviendas nuevas ^b	31	37	70	50	0
Viviendas actuales ^c	50	113	77	32	14
Costo (\$)	363,488	676,103	662,321	368,978	61,875
Subtotal (año 1)	389,371	734,990	702,456	385,615	69,025

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida del trabajo de campo. Detalle en anexo 1.

Supuestos: a/ El 25% de las fosas sépticas requieren mantenimiento cada año.

b/ El número de viviendas que actualmente eliminan sus aguas residuales y excretas por medio de letrinas o a "ras de suelo", cambian paulatinamente a fosas sépticas en el horizonte de evaluación.

c/ El 25% de las fosas sépticas actuales requieren de reparaciones mayores.

Por otra parte, la mayoría del agua residual que genera la población (proveniente del lavado de ropa, del aseo de la casa, del lavado de utensilios de cocina, etc.) se vierte "a cielo abierto" en los terrenos de las viviendas, ocasionando encharcamientos que favorecen la proliferación de fauna nociva (moscos, moscas, cucarachas, etc.) y la existencia de malos olores.

Asimismo, la eliminación no sanitaria de excretas y agua residual propicia la contaminación fecal de agua y alimentos, lo que se asocia a una mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales, como son: amibiasis intestinal, ascariasis, giardiasis, gastroenteritis infecciosa, paratifoidea, tifoidea, otras salmonelosis, otras helmintiasis y hepatitis viral. Lo anterior significa que la sociedad quintanarroense destina recursos para el tratamiento de estas enfermedades. En el cuadro 2.4 se muestra un estimado de estos costos, obtenidos a partir de información proporcionada por la SESA, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y médicos particulares de la localidad de Bacalar.

Cuadro 2.4 Costos anuales por atención de enfermedades originadas por la falta de drenaje sanitario (pesos de julio de 1998).

Concepto	Zona			De crecimiento o expansión
	Urbana			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	
Número de habitantes	1,086	2,552	3,765	3,097
Incidencia anual de enfermedades	543	1,276	1,883	2,168
Atribuible a la falta de drenaje*	136	319	471	1,084
Costo unitario por atención (\$)	120	130	130	110
Costo total anual (\$)	16,290	41,470	61,181	119,235

Fuente: SESA, IMSS, ISSSTE y médicos particulares.

*/ Estimaciones realizadas por médicos de SESA.

2.5 Efectos de la falta de saneamiento o tratamiento de las aguas residuales

Como se mencionó antes, la alta permeabilidad del suelo y la carencia de un sistema de saneamiento de aguas residuales, origina que gran parte de las aguas usadas se infiltren al subsuelo sin ningún tipo de tratamiento. Esta situación afecta negativamente la conservación y prevención de la contaminación de la laguna de Bacalar, pudiéndose tener con el tiempo un deterioro del ambiente de la región y un aumento en el riesgo de contaminación de este cuerpo de agua.

Al respecto, el biólogo José Luis Morales Esparza presentó en 1993 los resultados de un estudio que realizó sobre la calidad del agua de la laguna¹⁷. En este trabajo se indica que se tomaron varias muestras en ocho diferentes puntos a lo largo de todo este cuerpo de agua (véase figura 2.6).

17 Tesis "Estudio de la calidad del agua del sistema lagunar de Bacalar".

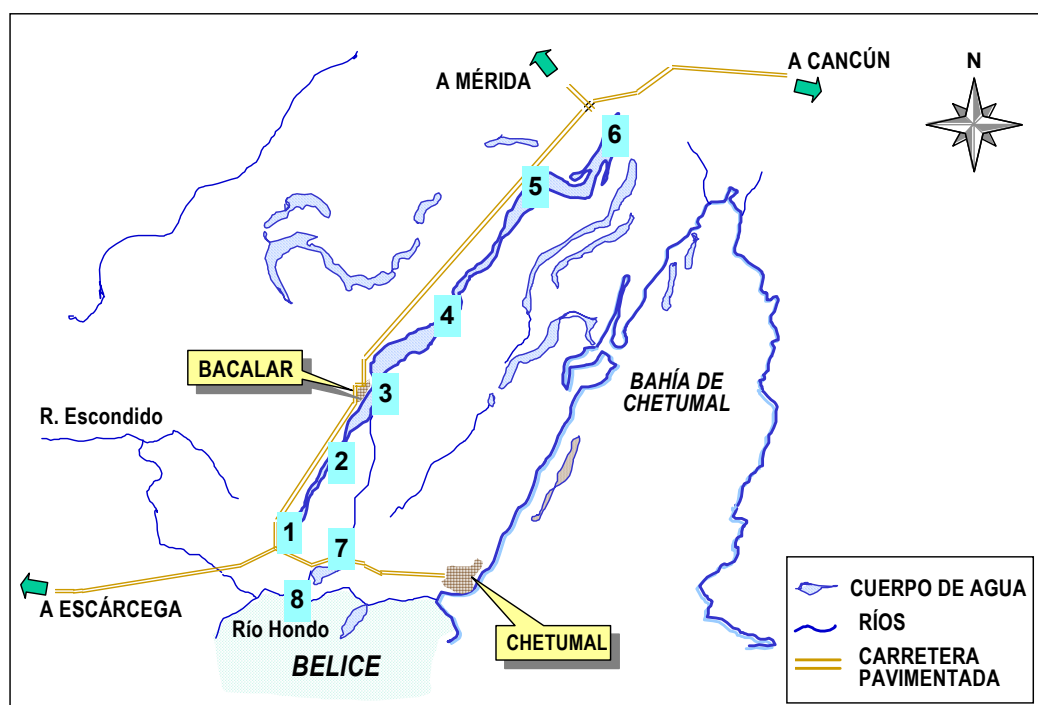


Figura 2.6 Estaciones de monitoreo de la calidad del agua de la laguna de Bacalar 1993.

El biólogo Morales concluyó con su estudio, que los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua de Bacalar se encontraban dentro de los límites permisibles para aguas de uso recreativo y vida acuática¹⁸. En el cuadro 2.5 se muestran las concentraciones de contaminantes encontrados en el punto de muestreo 3 (frente a la localidad de Bacalar) y el promedio de los ocho puntos de muestreo.

18 De acuerdo con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de aguas para uso recreativo y vida acuática, publicados en el Diario Oficial de la Federación del 13 de diciembre de 1989.

Cuadro 2.5 Contaminantes encontrados en la laguna de Bacalar 1993.

Contaminante	Concentración encontrada (mg/l) ^a		LMP (mg/l) ^d	
	Promedio ^b	Punto 3 ^c	Para uso recreativo	Para vida acuático
PH	7.1	7.2		5.0
Grasas y aceites	Negativo	Negativo	11.2	11.2
Nitratos	<0.01	<0.05		0.04
Nitritos	0.02	0.01		0.002
Coliformes fecales (org./100 ml)	15	15	200	200
DDT y sus derivados	Negativo	Negativo	0.000005	0.0001
Aldrin + Endrin + Diedrin	Negativo	Negativo	0.000003	0.0007

a/ Tesis estudio de la calidad del agua del sistema lagunar de Bacalar. Biólogo José Luis Morales.

b/ Valores promedio en los ocho puntos de muestreo.

c/ Valores obtenidos frente a la localidad de Bacalar.

d/ Diario Oficial de la Federación 13 de diciembre de 1989. Mismos límites publicados en la NOM-001-ECOL 1996.

No obstante lo anterior y tomando en consideración que la población de Bacalar ha tenido un crecimiento importante desde 1993, durante la presente evaluación se efectuó un nuevo estudio de la calidad del agua de esta laguna, con el propósito de conocer si no han cambiado las concentraciones de contaminantes del agua. El análisis fue realizado por el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Quintana Roo (UQROO), durante los días del 13 al 17 de julio de 1998. Se tomaron muestras por duplicado a 7, 15 y 30 metros de la orilla de la laguna en tres diferentes puntos: 1) frente al balneario ejidal, 2) y 3) a 25 metros a la izquierda y derecha del muelle perteneciente al mismo balneario. Se eligieron estos puntos debido a que la topografía de la localidad encauza parte importante de las aguas hacia este sitio (véase figura 2.7).

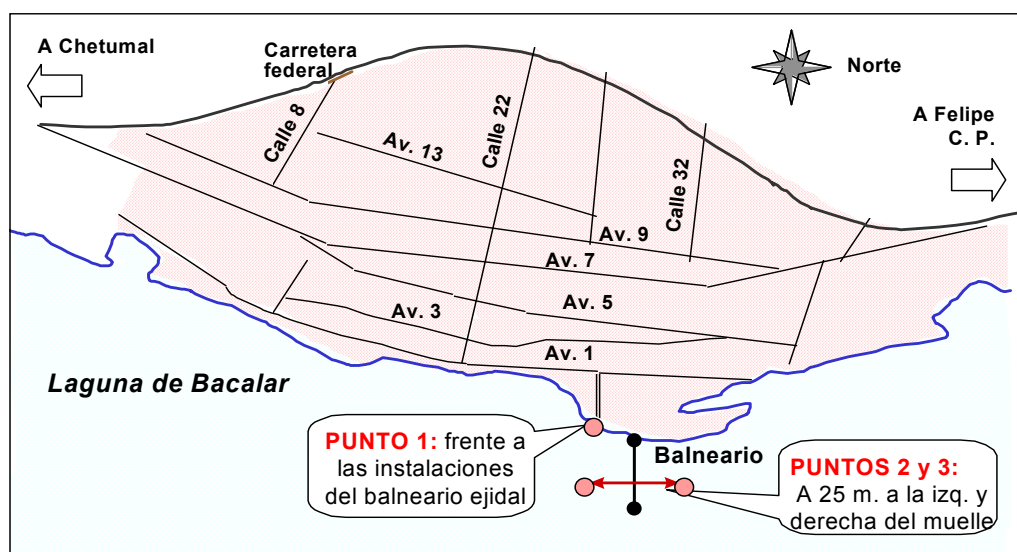


Figura 2.7 Ubicación de los puntos de muestreo del análisis de laboratorio efectuado los días del 13 al 17 julio 1998.

Como se puede observar en el cuadro 2.6, los parámetros físicos y químicos obtenidos en el nuevo análisis son similares a los encontrados durante 1993. Esto significa que el agua de la laguna de Bacalar, todavía se encuentra dentro de los límites permisibles para aguas de uso recreativo y vida acuática¹⁹.

Esto hace suponer que la laguna tiene cierta capacidad de autodepuración, debido a las características de la dirección del flujo del agua y a que forma parte de un sistema de lagunas intercomunicadas que drenan el agua que les llega a través de dos puntos que se comunican con la bahía de Chetumal (véase figura 2.6).

19 Los LMP no han cambiado hasta la fecha. NOM-001-ECOL 1996.

Cuadro 2.6 Análisis de laboratorio del agua realizados frente al balneario ejidal de Bacalar (Julio de 1998).

Parámetro	Valor intermedio de los tres puntos de muestreo (distancia desde la orilla)		
	7 metros	15 metros	30 metros
PH	7.46	6.9	7.2
Conductividad (ms)	1.93	1.9	1.9
Temperatura (°C)	31.3	31.5	31.0
Oxígeno disuelto (mg./l)	2.8	2.45	2.55
Sólido total (mg./l)	1,802.0	0.0	1,828.0
Sólidos Totales Vol. (mg./l)	138.0	0.0	276.0
Grasas y aceites	0.552	No apreciable	No apreciable
DQO (ppm)	2.55	2.6	2.7

Fuente: Estudios realizados por el Laboratorio de Ingeniería Ambiental, UQROO.

A pesar de los resultados anteriores, se debe considerar que los ecosistemas de las lagunas costeras son frágiles y que las condiciones actuales de eliminación de excretas y aguas residuales, ligadas con la alta permeabilidad del suelo y con el crecimiento de la población de Bacalar, aumenta gradualmente la infiltración de contaminantes de origen orgánico al manto freático y a la laguna. Por lo anterior, resultaría conveniente monitorear frecuentemente la calidad del agua de la laguna y registrar la incidencia de enfermedades de la piel y de los ojos de las personas que acuden a bañarse o a nadar a la laguna.

Asimismo, resultaría conveniente diseñar un modelo de simulación que permita relacionar el tamaño de la población, las aguas residuales vertidas a un cuerpo de agua y su nivel de contaminación. Lo anterior debido a que existe un óptimo social por contaminación, el cual se encuentra en donde se cruzan las curvas del beneficio marginal por la reducción de la contaminación, con los costos marginales por controlar las emisiones.

2.6 Situación actual optimizada

El propósito de optimizar la situación actual, es evitar atribuirle beneficios y costos ilegítimos al proyecto, mediante la propuesta de medidas o acciones de “bajo costo” que eliminen obvias ineficiencias de la situación actual. Con ello, se obtiene la “situación sin proyecto” que es la base que se debe de comparar con la “situación con proyecto”.

En el presente estudio se consideró que la construcción de “letrinas secas” es una alternativa de eliminación sanitaria de excretas. Sin embargo, esto constituye erogar una cantidad importante de recursos (véase capítulo IV), por lo que no fue considerada como una medida de optimización, sino una “alternativa de proyecto” susceptible de evaluarse. Asimismo, debido a que en la localidad tampoco existe alguna infraestructura de alcantarillado y saneamiento de aguas residuales, misma que pudiera mejorarse con ciertas acciones, se considerará en este estudio que la situación actual es semejante a la situación sin proyecto.