UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Modelación Dinámica de la Contaminación de la Cuenca del Lago De Tota

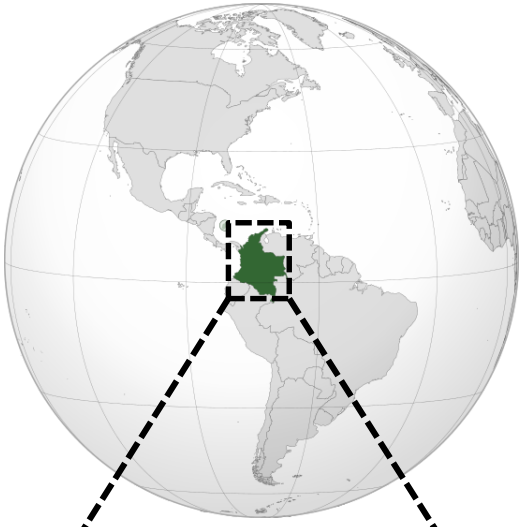
Luis Felipe Gil Venegas
Jorge Luis Rincón Vega
Camilo Lesmes Fabián, Ph.D. (E)

ISO 9001 icontec internacional
CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM
SC-CER184951 CO-SC-CER184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Definición del Problema

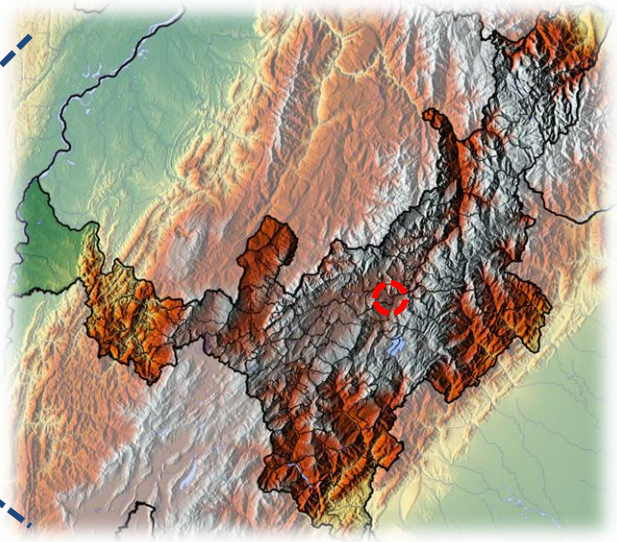
La Importancia del Lago de Tota



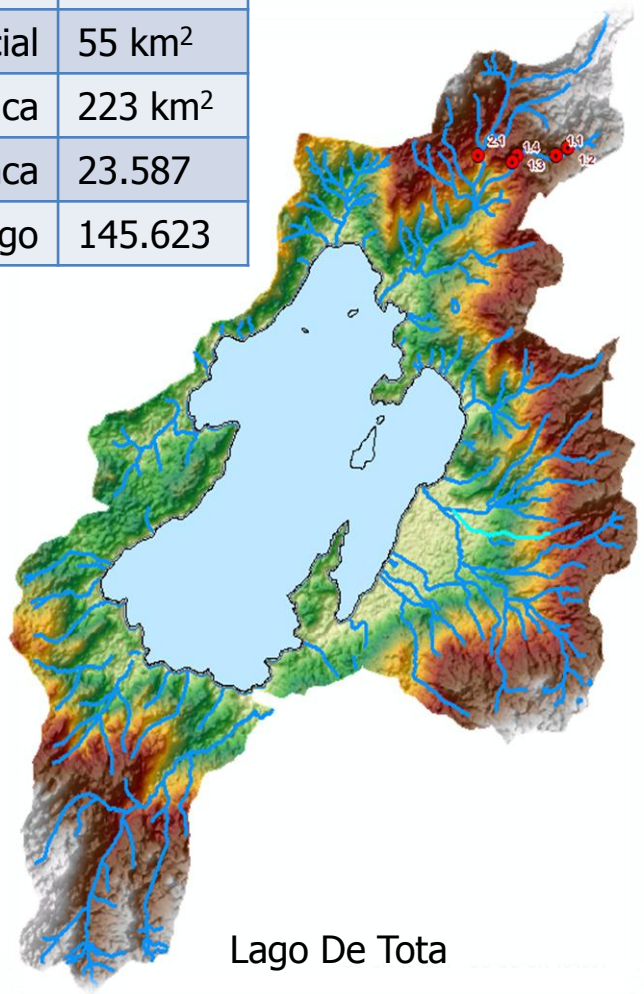
Elevación	3015 m
Área Superficial	55 km^2
Área De La Cuenca	223 km^2
Población De La Cuenca	23.587
Población Consumiendo Agua Del Lago	145.623



Colombia



Departamento De Boyacá



Lago De Tota

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Definición del Problema

Problemas Ambientales en el Lago



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Objetivo General

Modelar estática y dinámicamente las cargas de contaminación del agua en la cuenca del Lago de Tota con el fin de caracterizar su nivel de contaminación actual y estimar sus fluctuaciones a largo plazo.

ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

Objetivos Específicos

1. Caracterizar la calidad del agua de la cuenca del Lago de Tota.

2. Modelar estáticamente las cargas de contaminación del agua según el ciclo hidrológico.

3. Modelar dinámicamente las cargas de contaminación del agua para estimar su comportamiento en el largo plazo.

4. Identificar las fuentes y lugares de contaminación mas críticos en la cuenca del Lago de Tota para definir un programa estratégico de solución a la contaminación.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Metodología

1. Caracterizar la calidad del agua de la cuenca del Lago de Tota.
   - Revisión bibliográfica.
   - Recolección de datos.
   - Caracterización de la Contaminación

2. Modelar estáticamente las cargas de contaminación del agua según el ciclo hidrológico.
   - Esquematización del modelo estático

Metodología

3. Modelar dinámicamente las cargas de contaminación del agua.

- Construcción del Modelo Dinámico.
- Calibración y validación del Modelo Dinámico

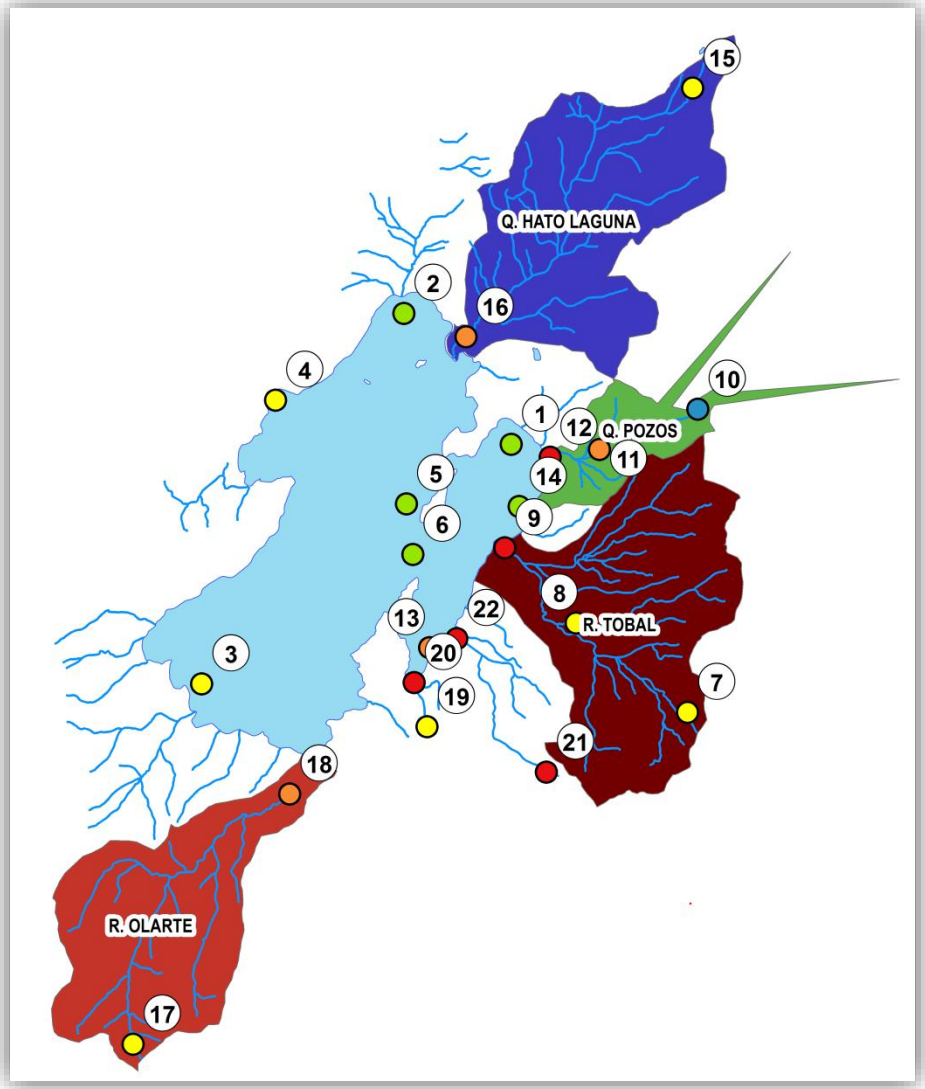
4. Identificar las fuentes y lugares de contaminación mas críticos en la cuenca del Lago de Tota para definir un programa estratégico de solución a la contaminación.

- Análisis y discusión de los modelos propuestos.
- Solución a la contaminación.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Caracterización de La Cuenca

(ICOMO: Índice de Contaminación por Materia Orgánica)



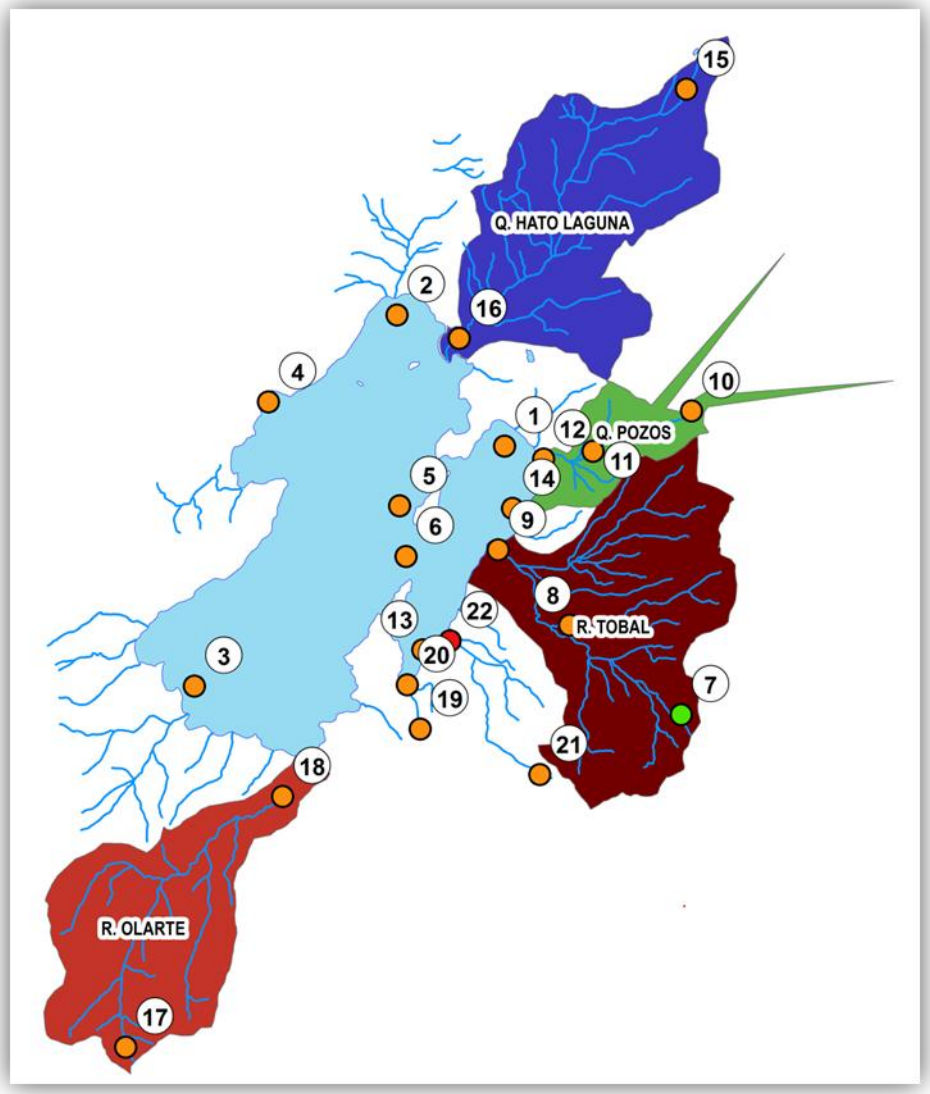
Índice De Materia Orgánica	Valor
0.00 – 0.25	Bajo
0.26 – 0.50	Medio Bajo
0.51 – 0.70	Medio
0.71 – 0.90	Medio Alto
0.91 – 1.00	Alto

ISO 9001 icontec
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Caracterización de La Cuenca

(ICOTRO: Índice Trófico)



Índice Trófico	Valor
< 0.00	Oligotrofia
0.01 – 0.02	Mesotrofía
0.02 – 1.00	Eutrofía
> 1.00	Hipereutrofía

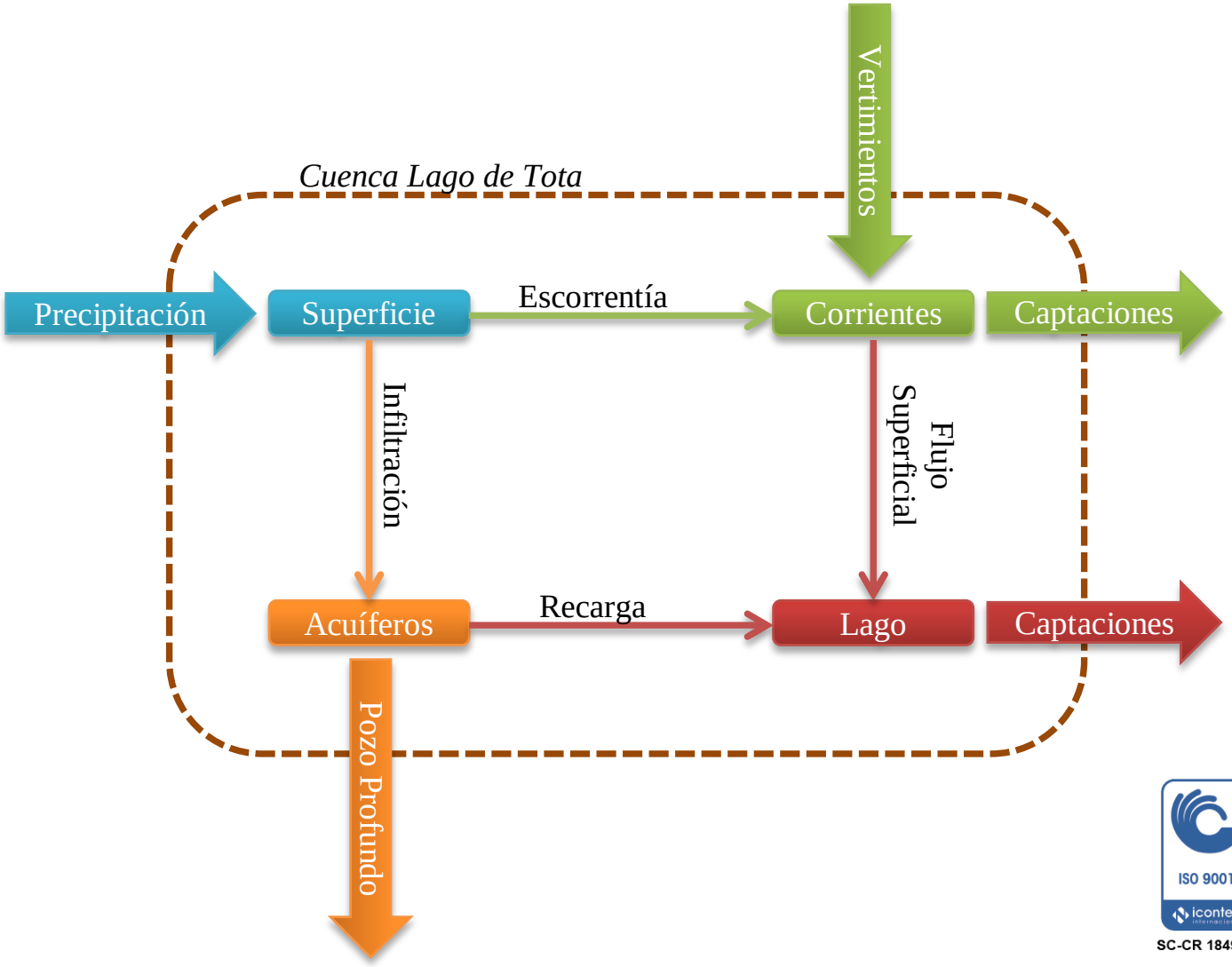
ISO 9001 icontec
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados

Modelación Estática

(Metodología Flujo de Materiales)

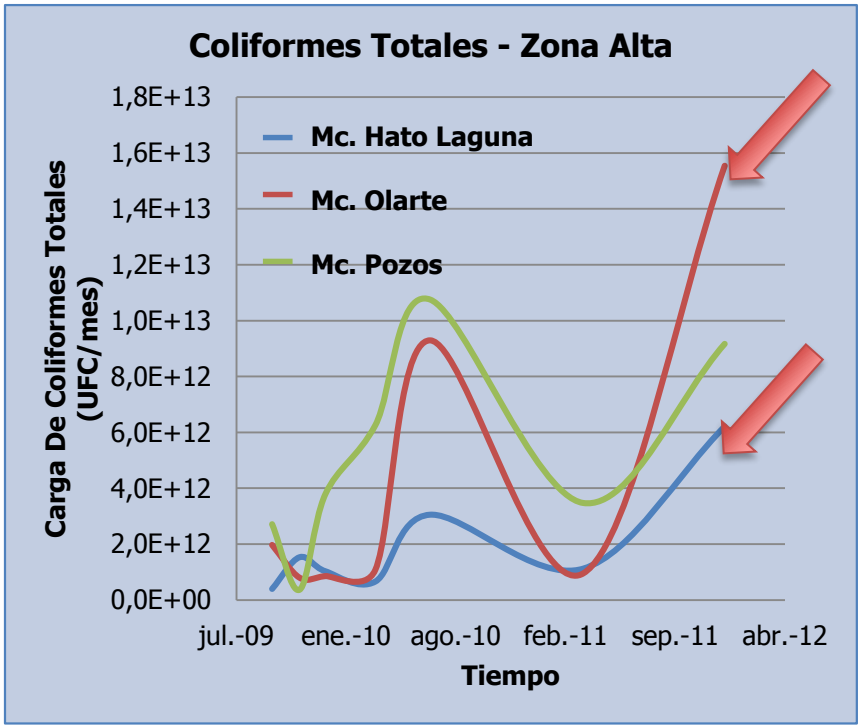


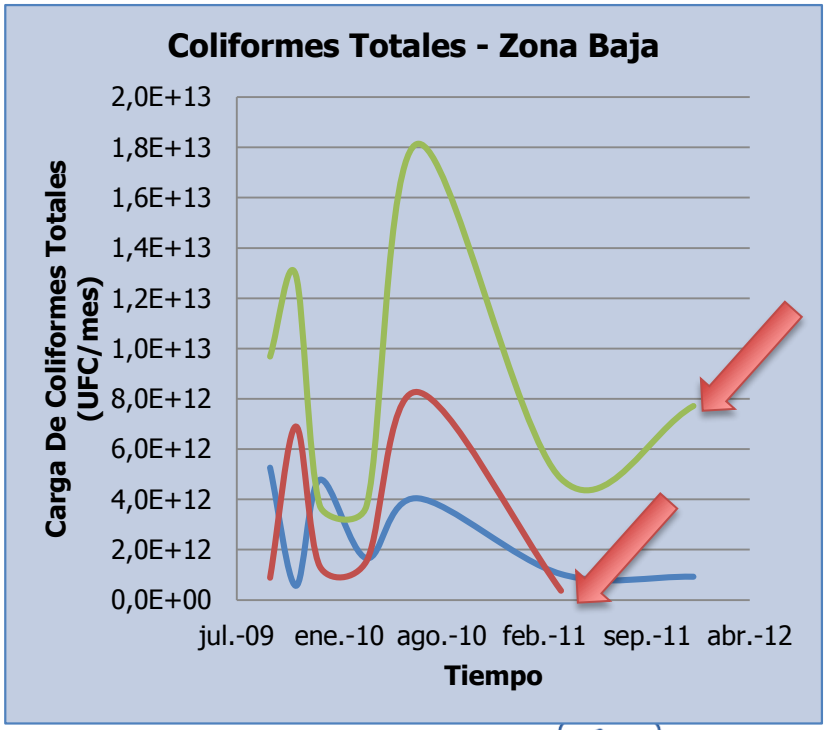
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados
Cargas de Contaminación

Datos recolectados (CORPOBOYACA)





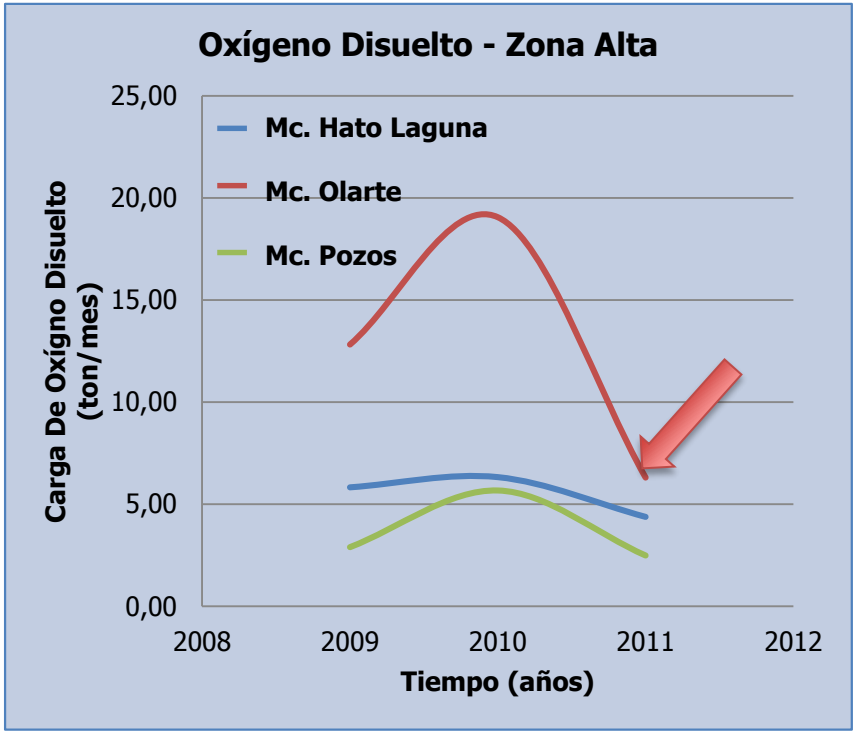
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

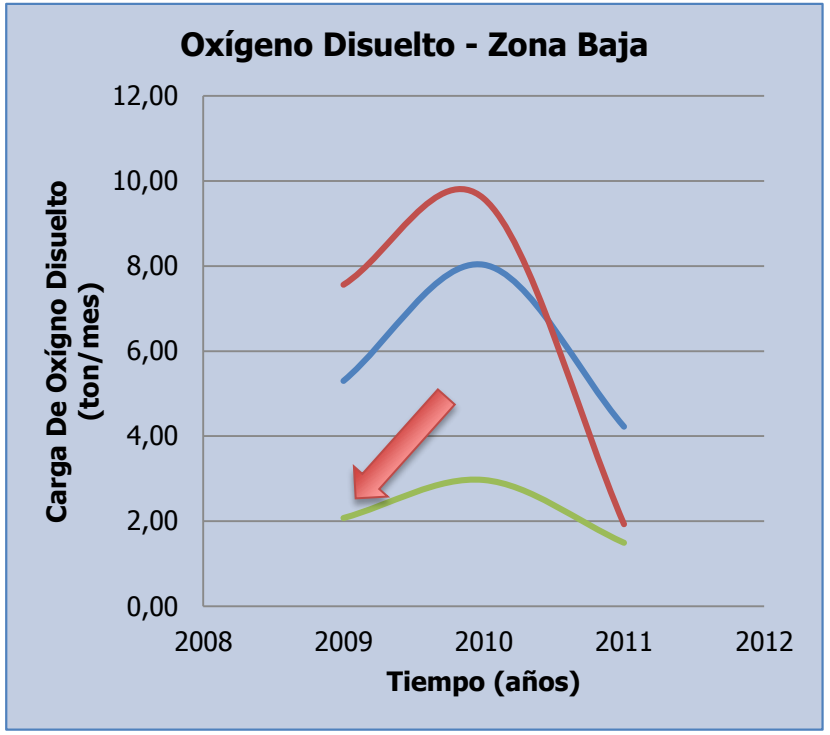
Resultados

Cargas de Contaminación

Oxígeno Disuelto

Datos recolectados (CORPOBOYACA)





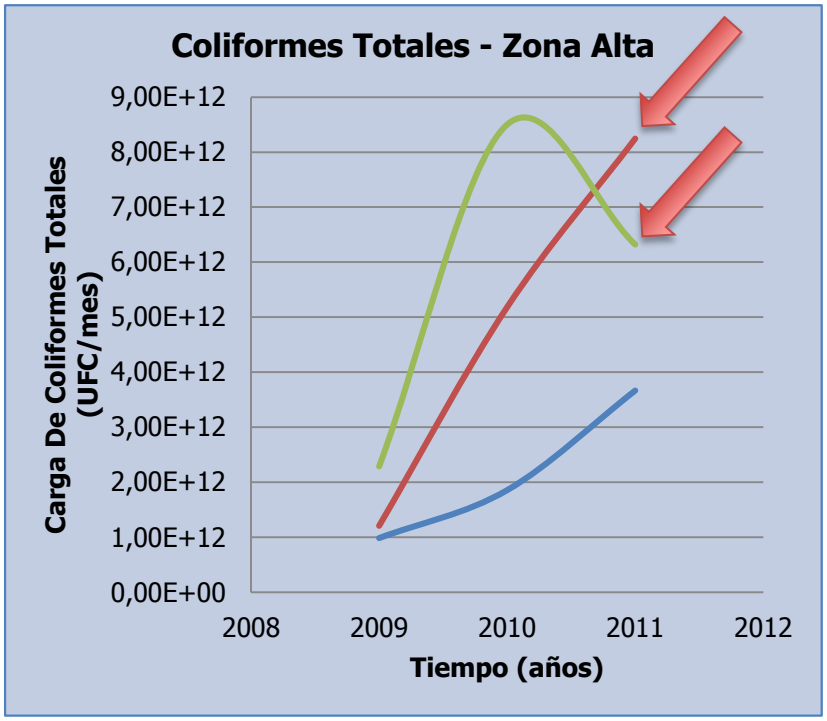
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

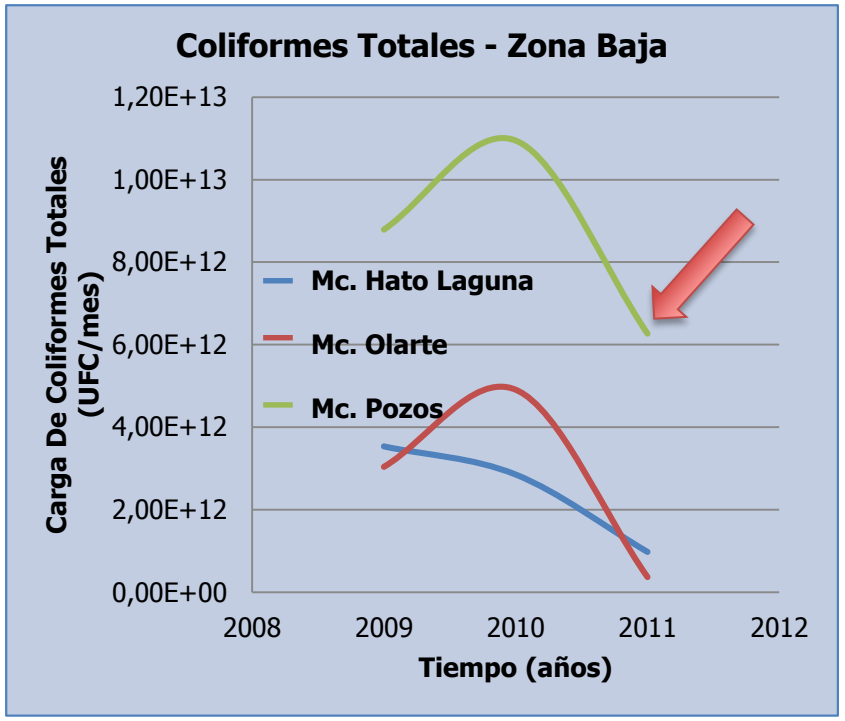
Resultados

Cargas de Contaminación

Coliformes Totales

PROMEDIOS ANUALES





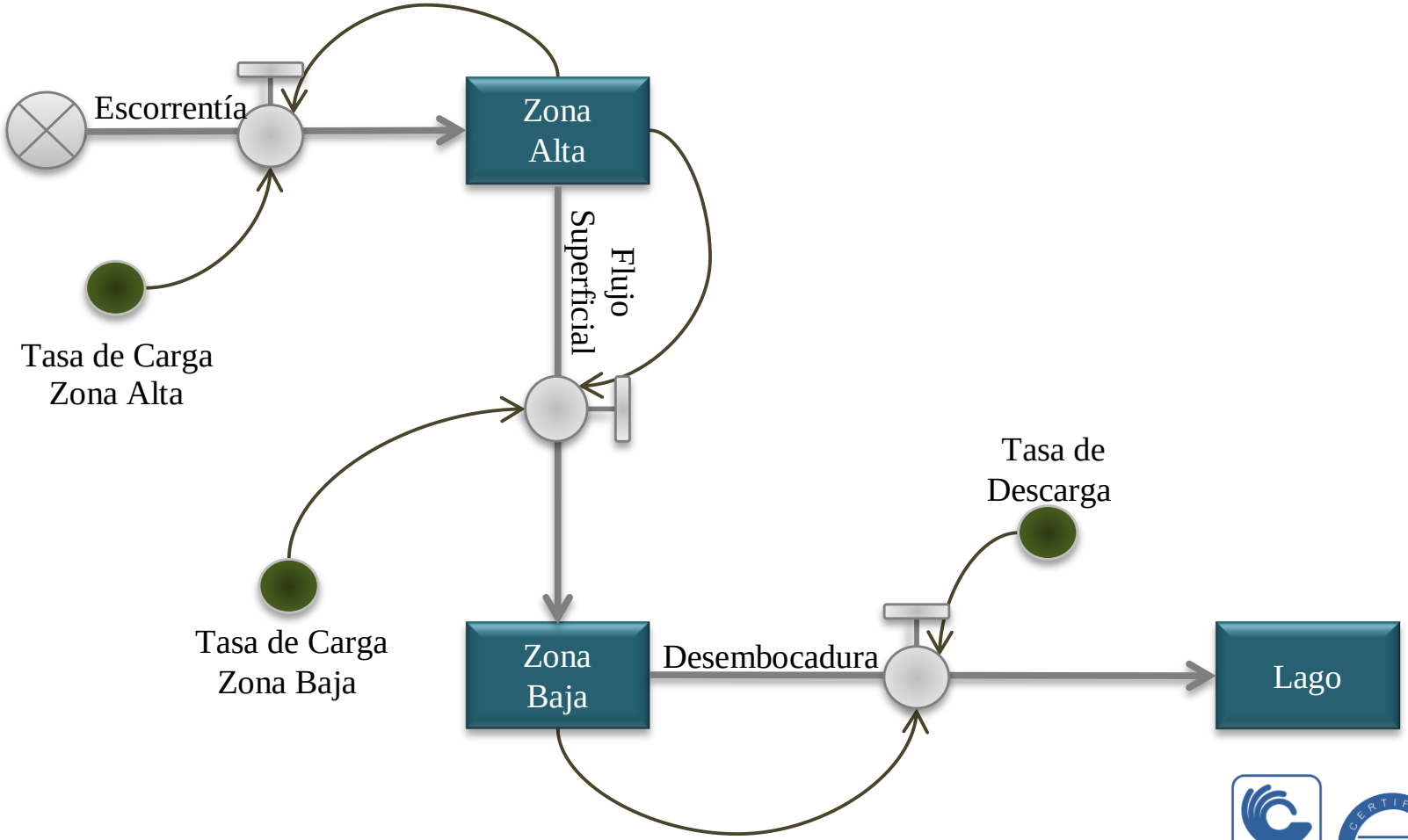
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
TUNJA
Experiencia y Calidad

Resultados

Modelación Dinámica

(Utilizando el Software STELLA)



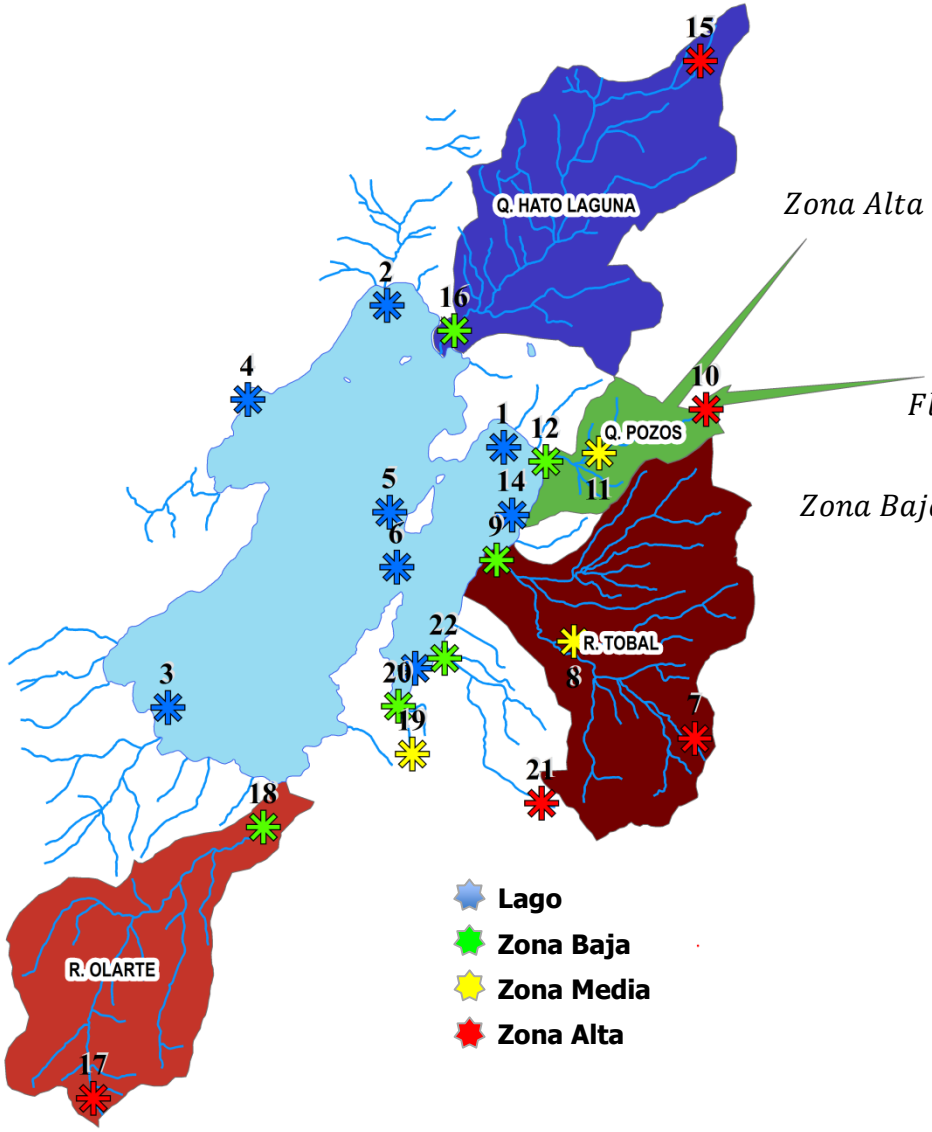
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados

Modelación Dinámica

Definición Matemática



$$Zona\ Alta\ (t) = Zona\ Alta\ (t - dt) + (Escorrentía - Flujo\ Superficial) \cdot dt$$

$$Escorrentía = Zona\ Alta \cdot Tasa\ De\ Carga\ Zona\ Alta$$

$$Flujo\ Superficial = Zona\ Alta \cdot Tasa\ De\ Carga\ Zona\ Alta$$

$$Zona\ Baja\ (t) = Zona\ Baja\ (t - dt) + (Flujo\ Superficial - Desagüe) \cdot dt$$

$$Desagüe = Tasa\ De\ Descarga \cdot Zona\ Baja$$

$$Lago(t) = Lago(t - dt) + Desagüe \cdot dt$$

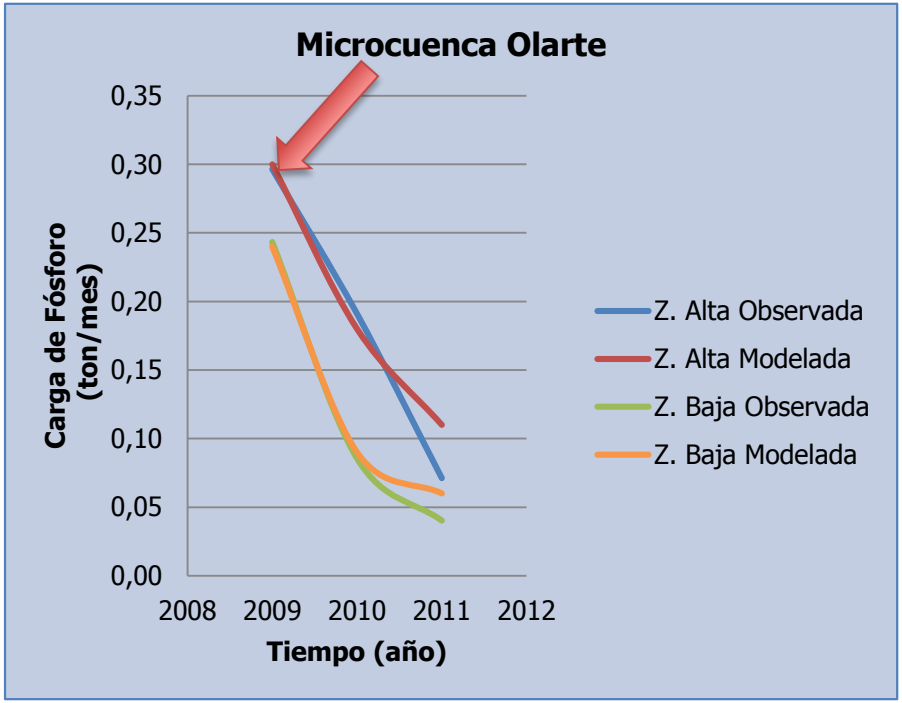
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

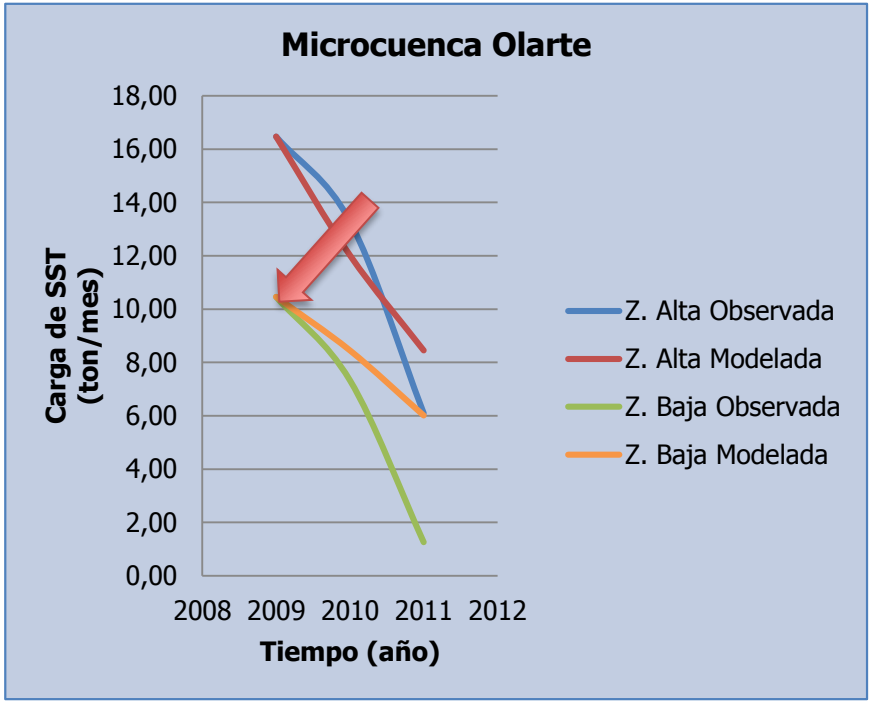
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados

Calibración y Validación

(Utilizando el Software STELLA-ISIE SYSTEMS)





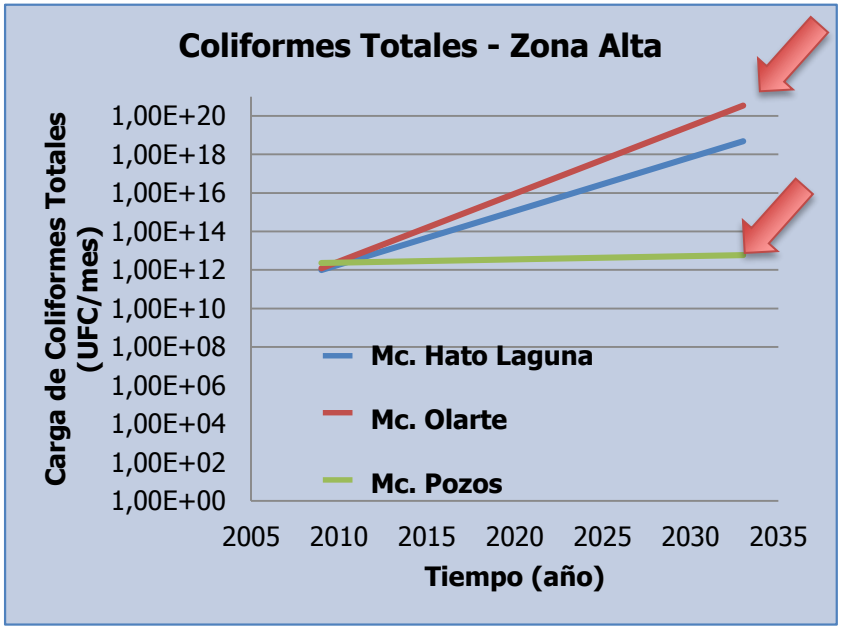
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

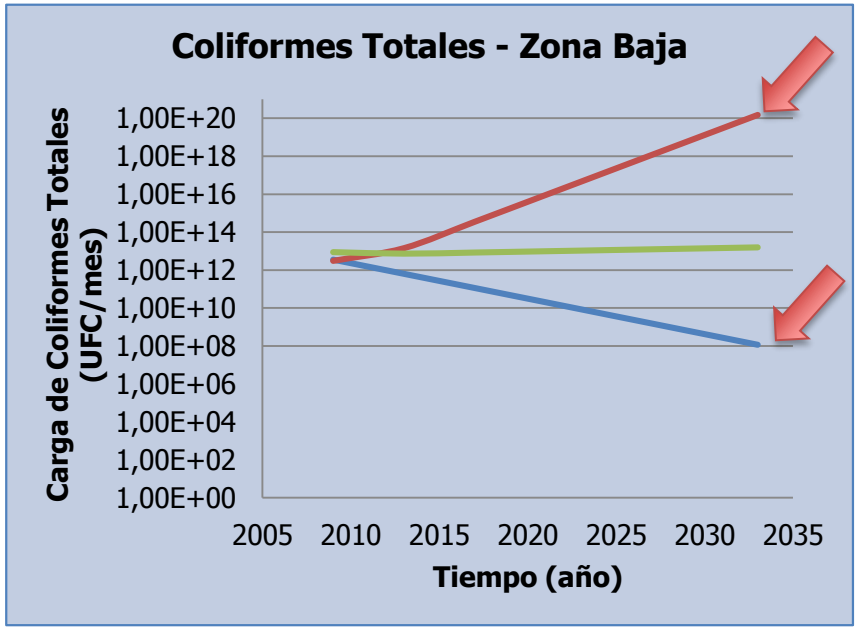
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados

Modelación Dinámica – Proyecciones

Coliformes Totales



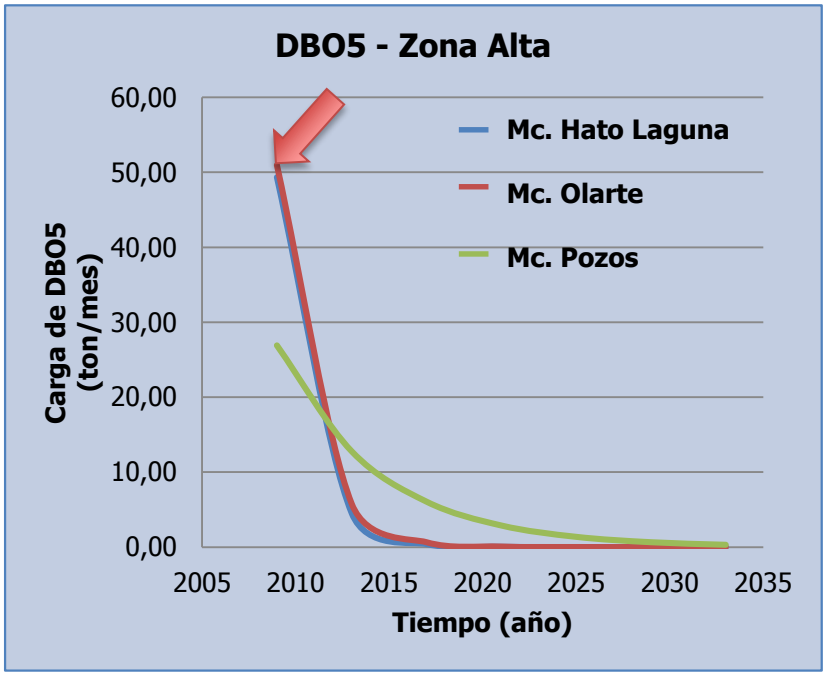


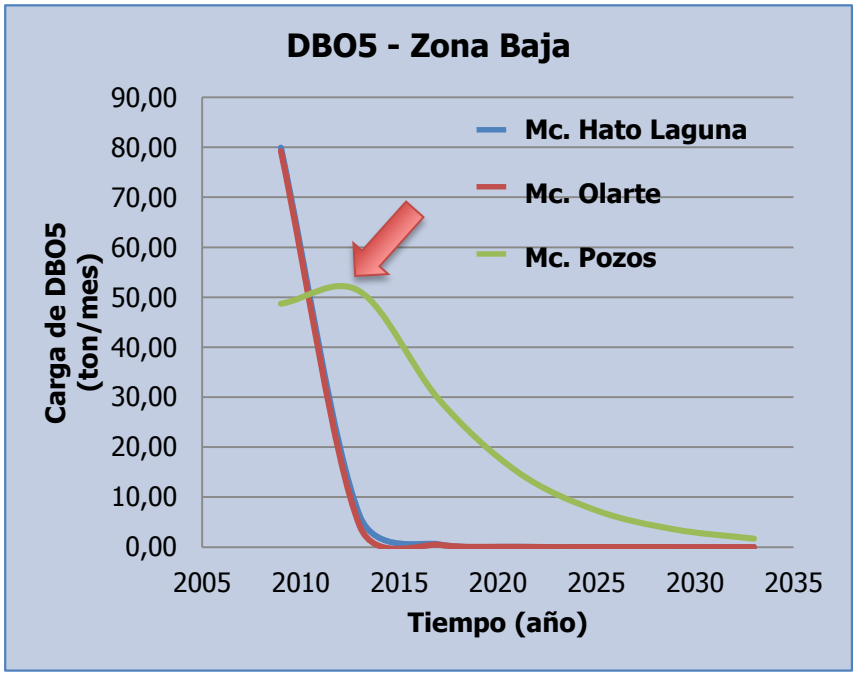
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

Resultados

Modelación Dinámica – Proyecciones

Demanda Bioquímica de Oxígeno



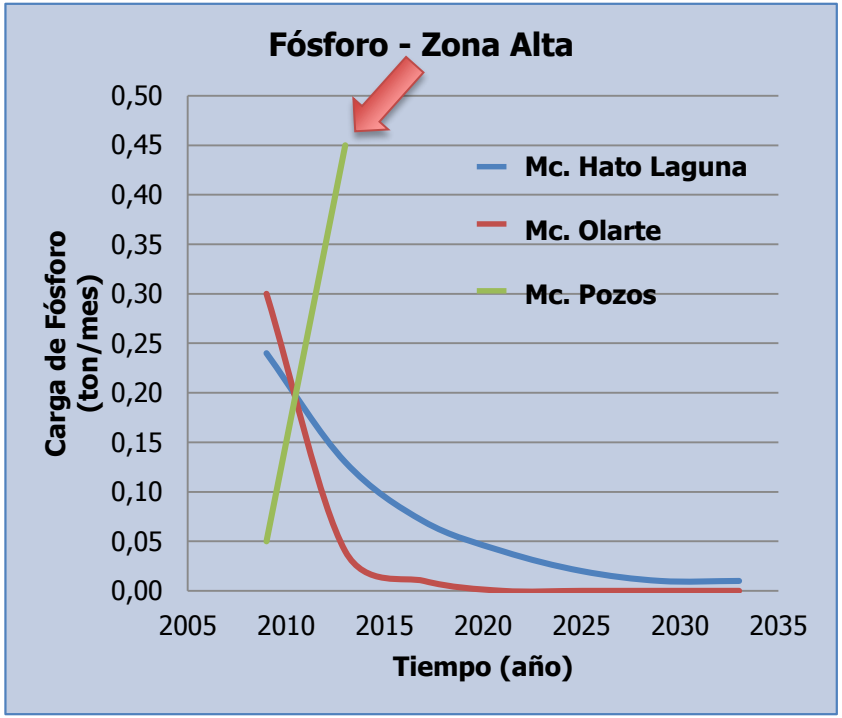


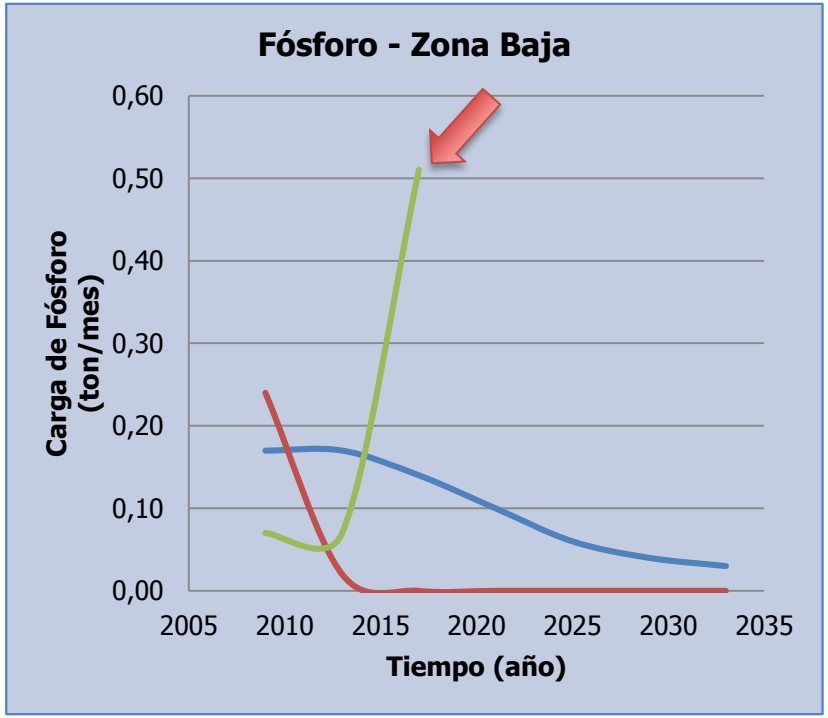
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados

Modelación Dinámica – Proyecciones

Fósforo





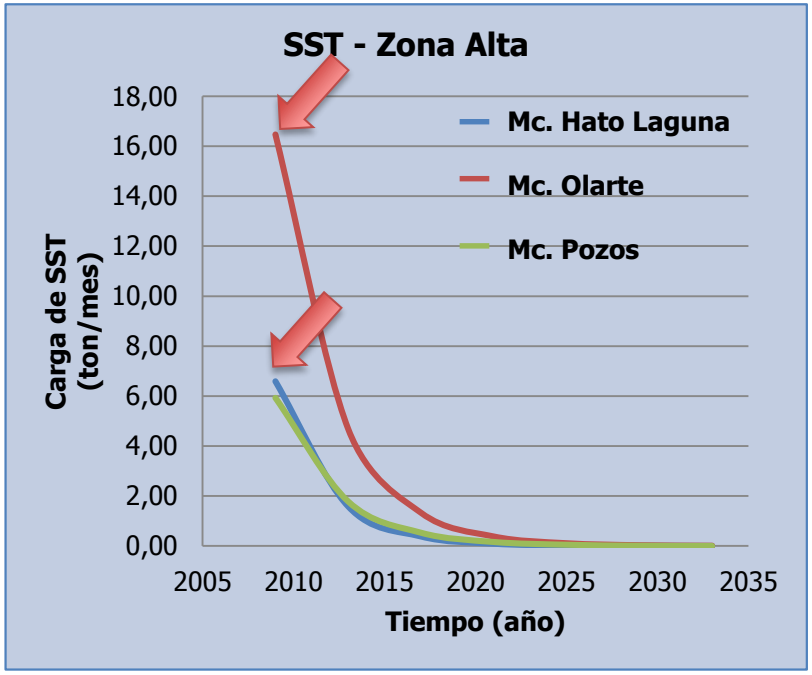
ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

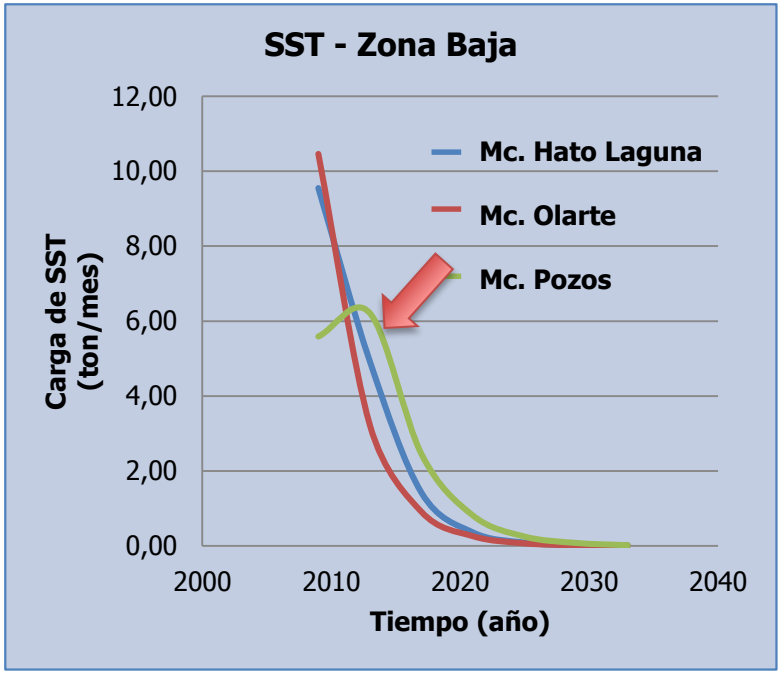
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Resultados

Modelación Dinámica – Proyecciones

Solidos Suspendidos Totales





ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Conclusiones

- Se caracterizó la cuenca por medio de los Índices de contaminación: ICOMO, ICOSUS E ICOTRO.
- Se encontró que la quebrada Mugre es la de mayor contaminación por materia orgánica y fosforo.
- Existe una acumulación de la contaminación en las zonas bajas y las desembocaduras.
- Se observó que existe una baja contaminación en los puntos de muestro del perímetro del lago.

Conclusiones

- Se encontró una baja concentración de solidos totales suspendidos en toda la cuenca.
- La quebrada Mugre es la zona mas contaminada de la cuenca del Lago de Tota.
- La microcuenca Olarte aporta el mayor caudal seguida por la microcuenca Hato Laguna y Pozos.
- Se presenta un mayor caudal en la zona baja de las microcuencas Olarte y Pozos .

Conclusiones

- La contaminación aumenta en la temporada de verano.
- Se evidencia un riesgo para la supervivencia de organismos y la calidad del agua por aumento de la contaminación.
- Existe una mayor contaminación en las Zonas bajas .
- Se encontraron mejores simulaciones en las microcuencas Olarte y Hato Laguna.

Conclusiones

- Es necesario establecer un cambio en el uso del agua debido a la colmatación de sedimentos por fosforo.
- De acuerdo a las proyecciones de DBO5 y SST existe una amenaza de contaminación.
- Existe una amenaza inminente de contaminación por carga de fosforo en la microcuenca pozos.
- Se diagnosticó que la actividad generadora de mayor contaminación es la agricultura.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Conclusiones

- Se encontró que los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua proporcionados por CORPOBOYACA del agua tenían faltantes y en ocasiones anormales.
- La información de caudales en las desembocaduras es completa, sin embargo, en los zonas altas solo se tiene registro del año 2013.
- Las falencias en las simulaciones de la calibración del modelo dinámico se deben a cambio abruptos en los datos observados. Esto pudo ser causado por datos erróneos en los análisis fisicoquímicos.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Recomendaciones

Solución a la Contaminación

Realizar un estudio a fondo del proceso de cultivo, debido a que el uso de fertilizantes aumenta el nivel de fosforo.

Ejecutar un control de los vertimientos de aguas residuales y desechos en la quebrada Mugre.

ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Recomendaciones

Solución a la Contaminación

En base a las proyecciones del modelo es necesario realizar un estudio minucioso en la microcuenca Pozos por que los niveles de fòsforo son alarmantes.

Realizar un estudio enfocado en las zonas altas de las microcuencas Hato Laguna y Olarte por aumento en la carga de coliformes totales.

ISO 9001 icontec
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

Recomendaciones
Modelación

Se recomienda realizar la modelación de cargas de contaminación con un mayor número de datos.

Se propone la realización de visitas para el reconocimiento exacto de las fuentes contaminantes en las microcuencas.

Recomendaciones
Modelación

Se requiere un estudio minucioso en la quebrada Mugre ya que es la zona mas contaminada de toda la cuenca.

Se recomienda formalizar el seguimiento de las cargas de contaminación para controlar y prevenir impactos ambientales.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

Recomendaciones
Modelación

Formular proyectos pedagógicos con la comunidad sobre el uso adecuado de fertilizantes y otro agroquímicos.

Se recomienda elaborar un proyecto enfocado en la disposición adecuada de las aguas residuales domésticas.

ISO 9001 icontec
IQNet
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
Experiencia y Calidad

GRACIAS

ISO 9001 icontec
IQNet CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
SC-CR 184951 CO-SC-CR 184951