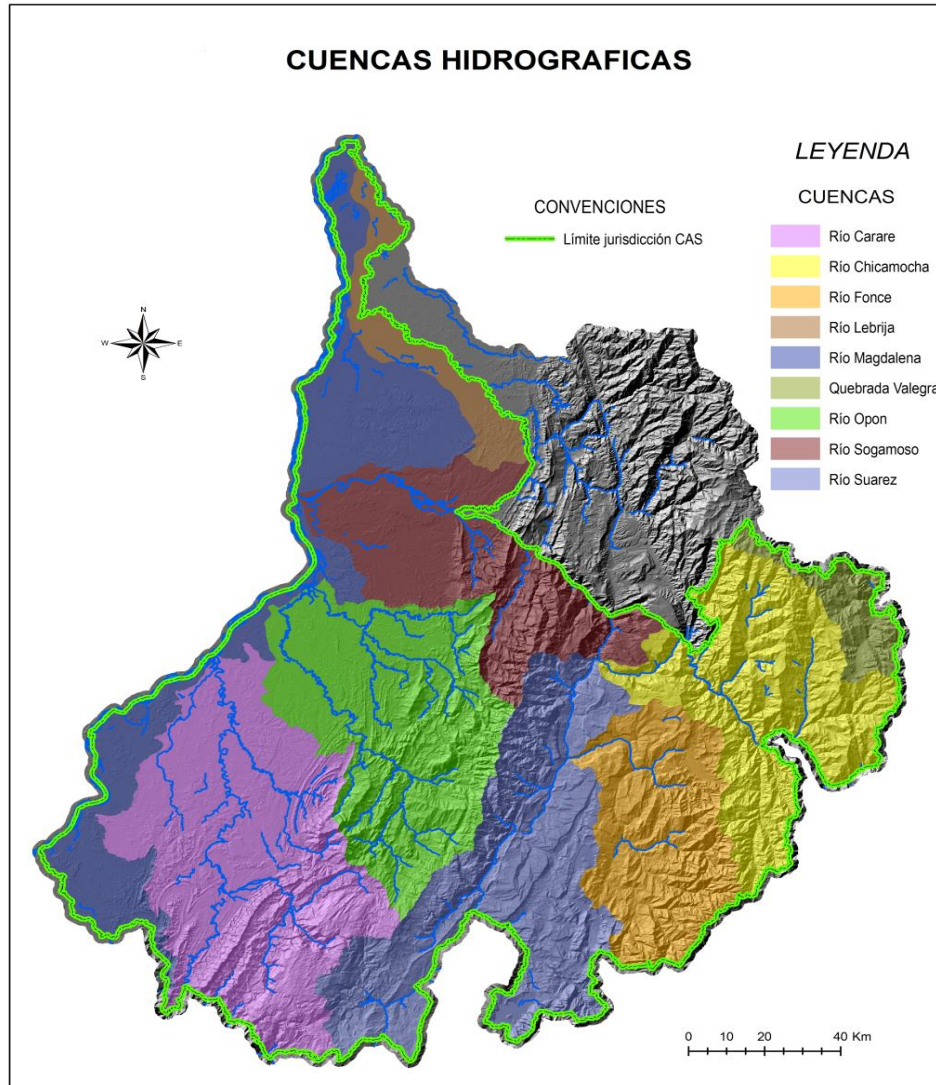




# Avances en Investigación para la recuperación del río Fonce

Departamento de Investigación -  
Octubre 27 de 2017- CUEES -  
Santander

# RECURSO HÍDRICO PROVINCIA DE GUANENTÁ



## CUENCA PROVINCIA DE GUANENTÁ

Río Suárez

Río Fonce

Río Chicamocha

**Río Fonce:**

**Long:98km**

**Pendiente: 3,6%**

**Qm=86,73m<sup>3</sup>**

**PPm =2224mm**

**Evaporación=879mm**

**Rendimiento=41,7L/seg/km<sup>2</sup>**

**Coef. Escorrentía=0,59**

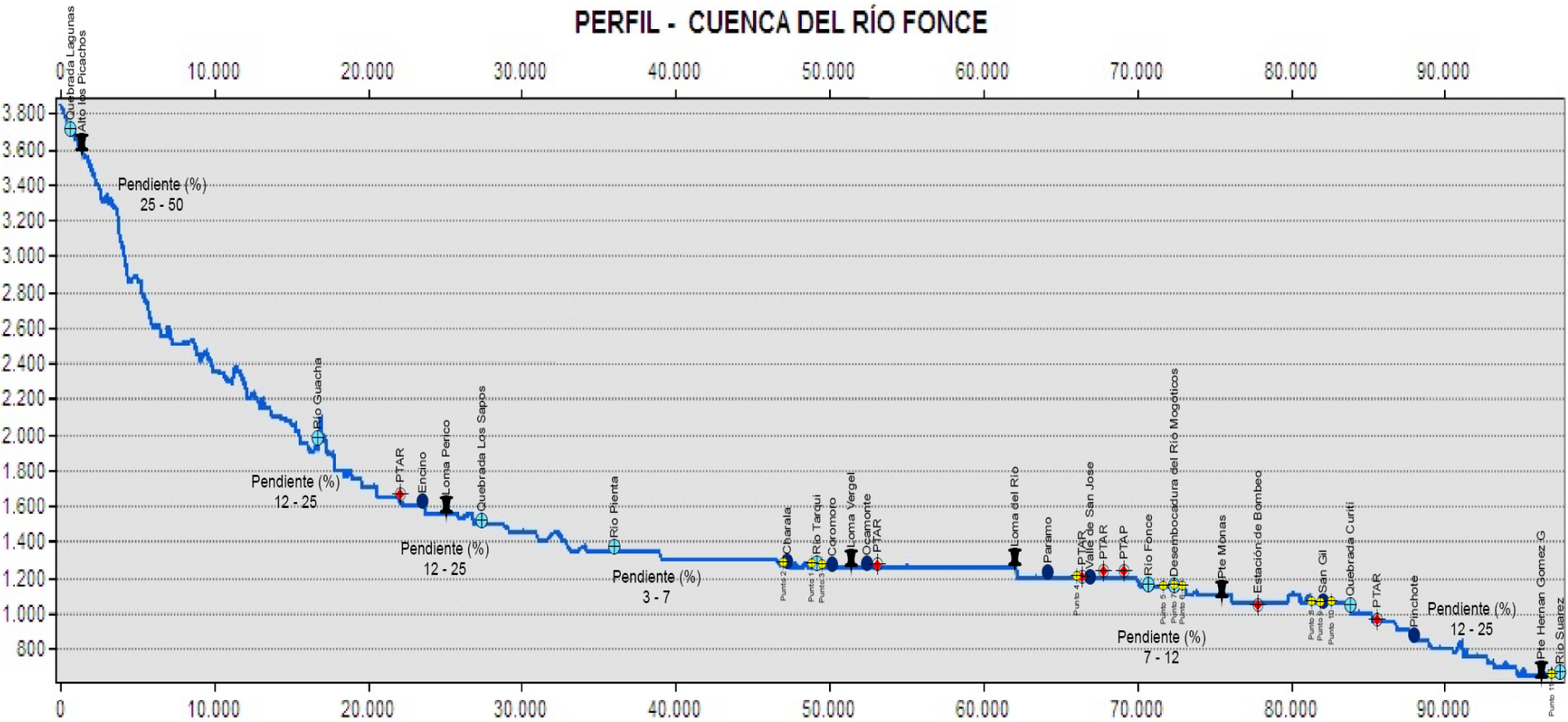
ISAGEN, 2011



UNISANGIL

CAS -UNISANGIL, 2012

# PERFIL - CUENCA DEL RÍO FONCE



Perfil - Cuenca del Río Fonce

## CONVENCIONES

- PUNTOS DE MUESTREO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO
- HIDROGRAFÍA
- SITIOS DE INTERES
- PTAR, PTAP Y ESTACIONES DE BOMBEO
- CENTROS POBLADOS

# VALORES DE REFERENCIA PARA ICOs

$$ICOMI = \frac{I.\text{Conductividad} + I.\text{Alcalinidad} + I.\text{Dureza}}{3}$$

**Índice de Conductividad:** Habilidad para conducir o transmitir calor o radiación. Conductividades mayores a 270 mS/cm, tienen un índice igual a 1

**Índice de Dureza:** Concentración de magnesio y calcio como carbonato. Durezas mayores a 110 mg/L tienen un índice igual a 1 y menores a 30 mg/L igual a 0

**Índice de Alcalinidad:** Capacidad para neutralizar ácidos, estabiliza el agua a pH 7. Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen un índice igual a 1, menores a 50 mg/L tienen un índice de 0. Se constituyen en fuente de reserva de CO<sub>2</sub> para la fotosíntesis

$$ICOMO = \frac{I.DBO + I.\text{Coliformes totales} + I.\text{Porcentaje saturación oxígeno}}{3}$$

**Índice de DBO<sub>5</sub>:** Cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. DBO<sub>5</sub> mayores a 30 mg/L tienen un índice igual a 1 y menores a 2 mg/L igual a 0

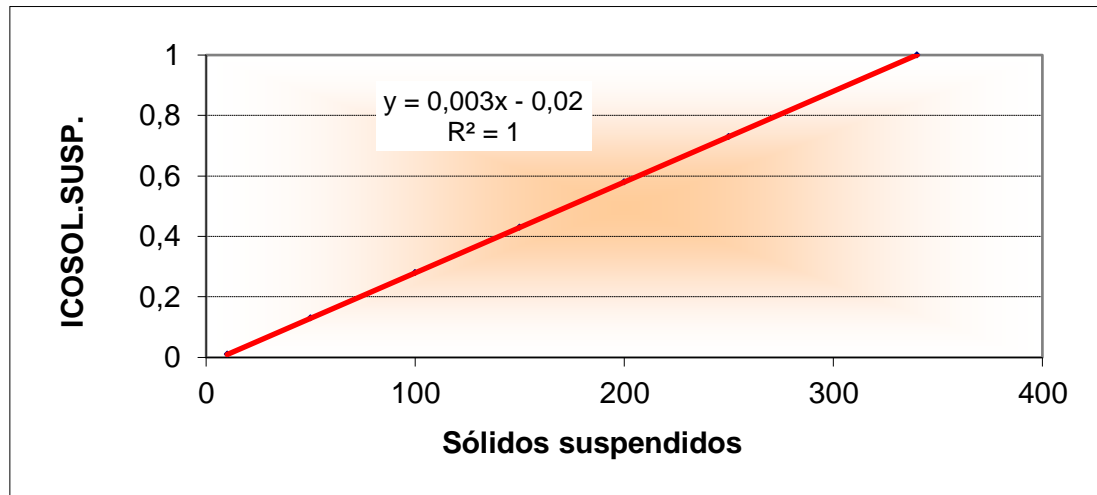
**Índice de Coliformes totales:** indica contaminación con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Coliformes totales mayores a 20000 NMP/100 ml tienen un índice igual a 1

**Índice de Oxígeno (%):** El oxígeno se disuelve en el agua hasta la saturación. Oxígeno(%) mayores a 100% tienen un índice igual a 0

# VALORES DE REFERENCIA PARA ICOs

## Índice: ICOSUS

**ICOSUS: Partículas sólidas orgánicas e inorgánicas en suspensión en una solución; reduce la penetración de la luz y el desarrollo de la fotosíntesis. Sólidos suspendidos mayores a 340 mg/L tienen un índice ICO igual a 1 y menores a 10 mg/L igual a 0**



## Índice: ICOpH

$$ICOpH = \frac{e^{-31,08+3,45pH}}{1 + e^{-31,08+3,45pH}}$$

Las aguas naturales pueden tener pH ácido por  $CO_2$ ,  $H_2S$  y por ácidos húmicos



# CÁLCULO DE ÍNDICES ICOs de la cuenca del río Fonce

CARACTERÍSTICAS		COLIFORMES NMP/100 ml	ICOMI	ICOMO	ICOSU S	ICO <sub>pH</sub>	ICOTR O
MUNICIPIO							
SECTOR ALTO	ENCINO	100	0.02	0.685	0.002	0.33	0
	COROMORO	180	0.028	0.4	0.008	0.04	0.012
	CHARALÁ	700	0.05	0.788	0.02	0.007	0.098
	OCAMONTE	220	0.052	0.167	0.1	0.002	0.317
SECTOR BAJO	EL PÁRAMO	225	0.03	0.67	0.01	0.007	0
	VALLE DE SAN JOSÉ	215	0.05	0.77	0.067	0.005	1.15
	CURITÍ	72	0.05	0.485	0.035	0.17	0.887
	SAN GIL	1700/2400 0**	-	-	-	-	-

\*ICOTRO: Se fundamenta en la concentración del fósforo total en mg/L, su exceso provoca eutrofización – exceso de nutrientes

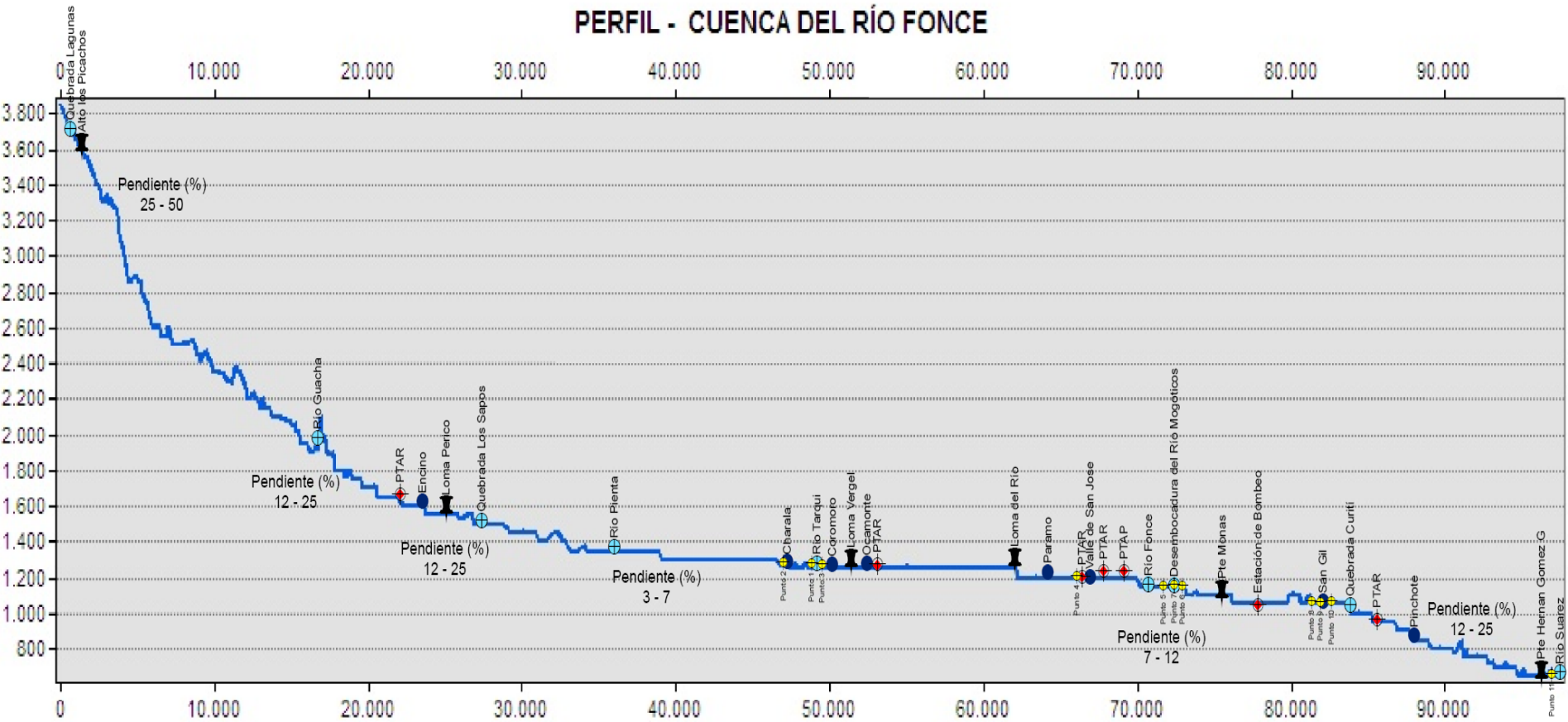
\*\* Valores de ISAGEN 2013, estiaje y lluvias

Guerrero, W.; Vargas, F.; Fuquen, Pablo, 2009





## PERFIL - CUENCA DEL RÍO FONCE

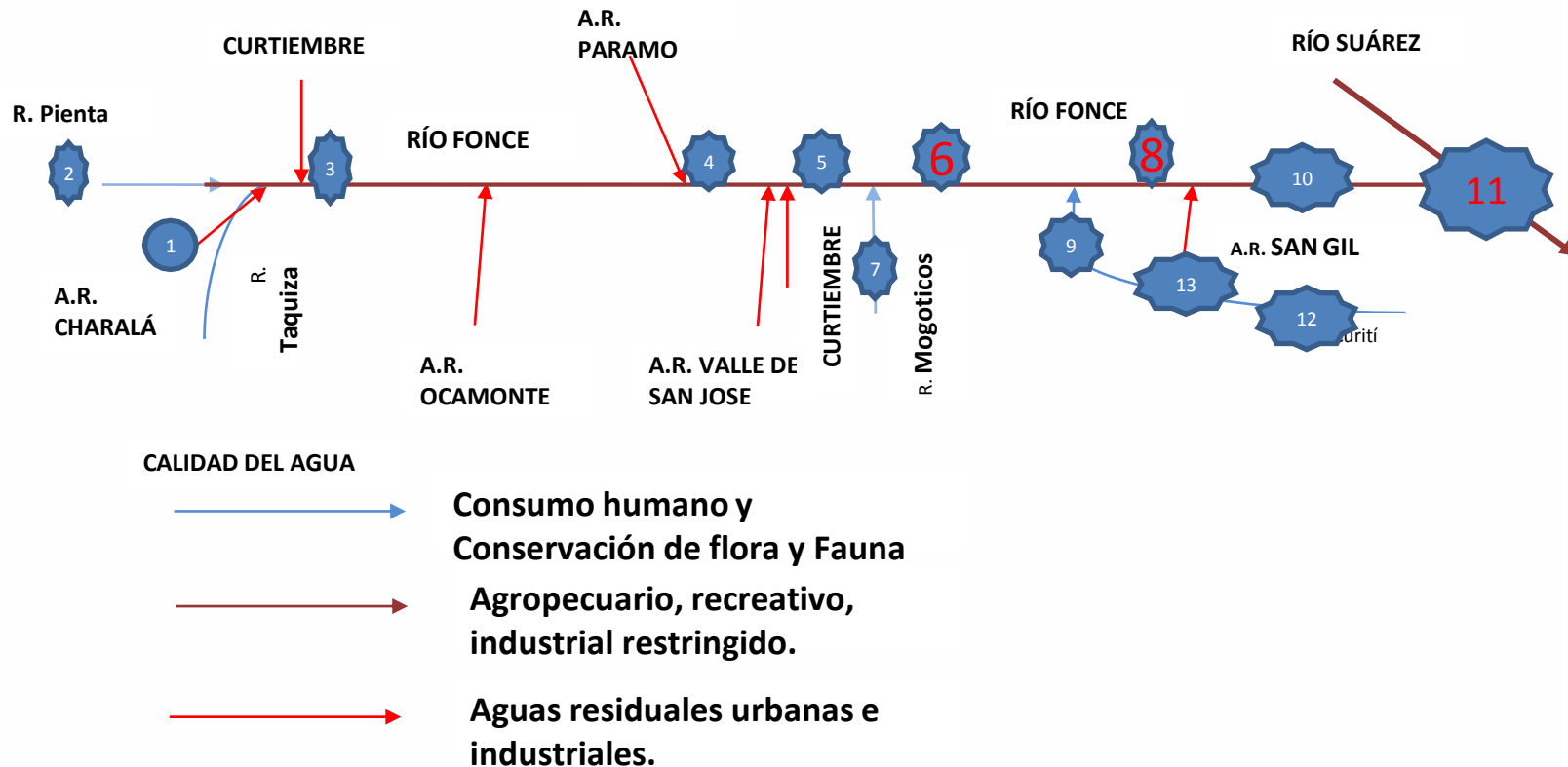


Perfil - Cuenca del Río Fonce

### CONVENCIONES

- |  |                  |                   |
|--|------------------|-------------------|
| PUNTOS DE MUESTREO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO | HIDROGRAFÍA      | SITIOS DE INTERES |
| PTAR, PTAP Y ESTACIONES DE BOMBEO                    | CENTROS POBLADOS |                   |

# Esquema del perfil para análisis de datos - Línea de base para el ordenamiento del recurso hídrico río Fonce CAS - Datos ofrecidos por Corpoaire, 2012





# Sistema de información y análisis de datos para las variables FQ y microbiológicas en el río Fonce - Datos originales -Corpoaire -CAS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CORRELACIÓN Y DE COMPONENTES PRINCIPALES - MONITOREO RÍO FONCE - SANTANDER -COLOMBIA														
		ESTACIONES DE MONITOREO EN LA CUENCA DEL RÍO FONCE												
PARÁMETRO	UNIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Caudal	m3/seg	12,43	8,05	20,03	20,03	20,03	36,71	16,68	36,71	1,77	38,48	38,48	1,77	1,77
pH	Unidad de pH	7,36	7,36	7,44	7,73	7,63	7,47	7,13	7,34	7,58	7,41	7,46	7,25	7,4
DQO	mg O2/l	15	17	15	15	15	15	23	20	18	20	18	15	15
Oxígeno Dis.	mg O2/l	7,29	6,88	6,56	7,1	7	7,4	7,3	7,06	7,28	6,96	7,44	6,95	7
Sól. T	mg/l	78,7	55,7	61,3	48,7	43,3	81,7	121	119	77	40	113,6	27,3	34,25
SST	mg/l	13	7,33	10	14	12	42	100	64	8	38	31	4	4
Grasas y A.	mg/l	9,7	71,3	46,3	43,3	15,7	143,3	102,3	67,3	84	6,33	34,6	15	10,3
Cond	ms/cm2	103,3	86	99,3	108,3	102,3	106,6	58	101	133,3	103,3	110	59,5	90
Cliformes totales	NMP/100 mL	5400	2273	14033	11533	600	887	677	1223	8900	3533	5910	1373	4083
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1243	185	1697	2507	136	43	104	193	108	590	163,3	11,6	491



# Análisis de correlaciones canónicas positivas y negativas de los parámetros monitoreados

CÁLCULO DE CORRELACIÓN- n=13 r=0,553										
	Caudal	pH	DQO	Oxí Disuelto	Sól. Tot	Sól Susp tot	Grasas y A	Conductividad	Cformes tots	Coliformes fecales
Caudal M3/seg	1									
pH Unidades de pH	0,104121659	1								
DQO mgO2/l	0,309667949	-0,4988289	1							
Oxígeno Dis. mgO2/l	0,233513572	0,00458594	0,255077883	1						
Sól. Totales mg/l	0,4497823	0,31020629	0,62492836	0,5692049	1					
Sólidos Suspendidos totales mg/l	0,497038174	0,51098666	0,825686445	0,38389843	0,740713	1				
Grasas y A. mg/l	0,190985051	0,10214033	0,289638723	0,38201631	0,54083802	0,50130884	1			
Conductividad mS/cm2	0,27269622	0,76324019	-0,208796835	0,2212652	0,07767848	0,32271161	0,05093167	1		
Cliformes totales NMP/100ml	-0,117745307	0,49661211	-0,305929508	0,30136077	0,12626057	0,41587858	0,14900141	0,47179886	1	
Coliformes fecales NMP/100 ml	-0,00789884	0,45277065	-0,367878762	0,31847741	0,23781116	0,27855708	0,27079616	0,22277385	0,77634284	1

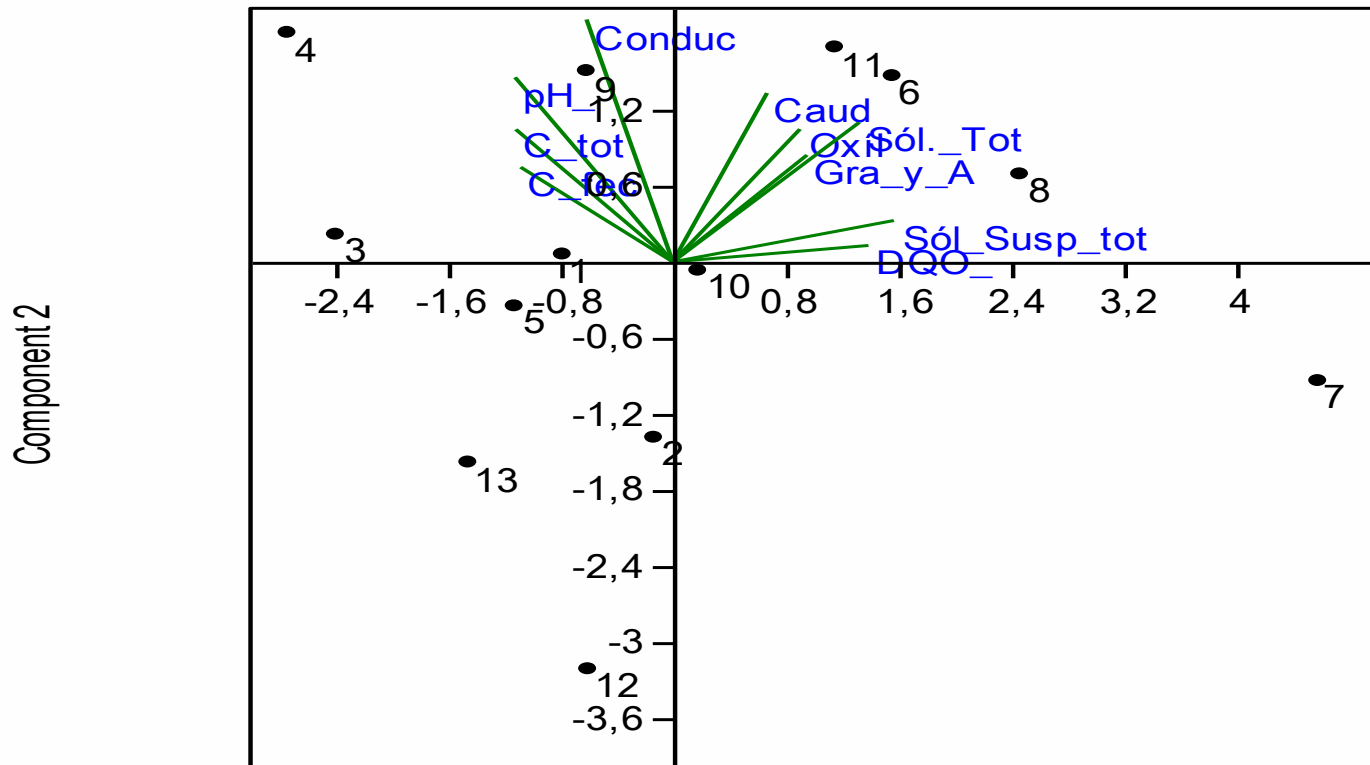
SE LLEVÓ A CABO EL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y SE REPRESENTAN EN COLOR ROJO OSCURO LAS CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS POSITIVAS

SE ANALIZARON LAS CORRELACIONES Y NO SE ENCONTRARON CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS NEGATIVAS

Var.Relacionadas	Coef.Correl	Coef.Deter.
pH-Conduct	0,76324019	58,25355943
Sol Tot-DQO	0,62492836	39,05354557
Sol Tot-Oxi D	0,5692049	32,39942143
Sol Susp-DQO	0,82568645	68,17581059
Sol Susp-Sol Tot	0,740713	54,86557521
Col Tot-Col Fec	0,77634284	60,2708207



# Análisis de componentes principales de los datos de los parámetros monitoreados en el río Fonce en 13 puntos de monitoreo, usando PAST



6 Después de la llegada del Mogoticos

8. 50 metros antes de las descargas de vertimientos  
en San Gil

11. 50 metros antes de la desembocadura al Suárez

## CONCLUSIONES PARCIALES....

- ✓ En la cuenca del río Fonce se dan condiciones que generan gran variabilidad en el sistema que hacen que el comportamiento de la mayoría de las variables no tengan correlación o que presenten coeficientes de determinación bajos.
- ✓ El río Fonce a lo largo de la cuenca incrementa los niveles de coliformes totales y fecales y su efecto se mantiene constante en el sistema desde el origen hasta la desembocadura a pesar de las variaciones en el caudal, que aunque en tramos cortos logra hacer variar su concentración, no la elimina.
- ✓ Las acciones de gestión para el monitoreo y control de las variables se pueden localizar con precisión a lo largo del cauce del río.





# CORRELACIONES CANÓNICA RIO FONCE - 2016

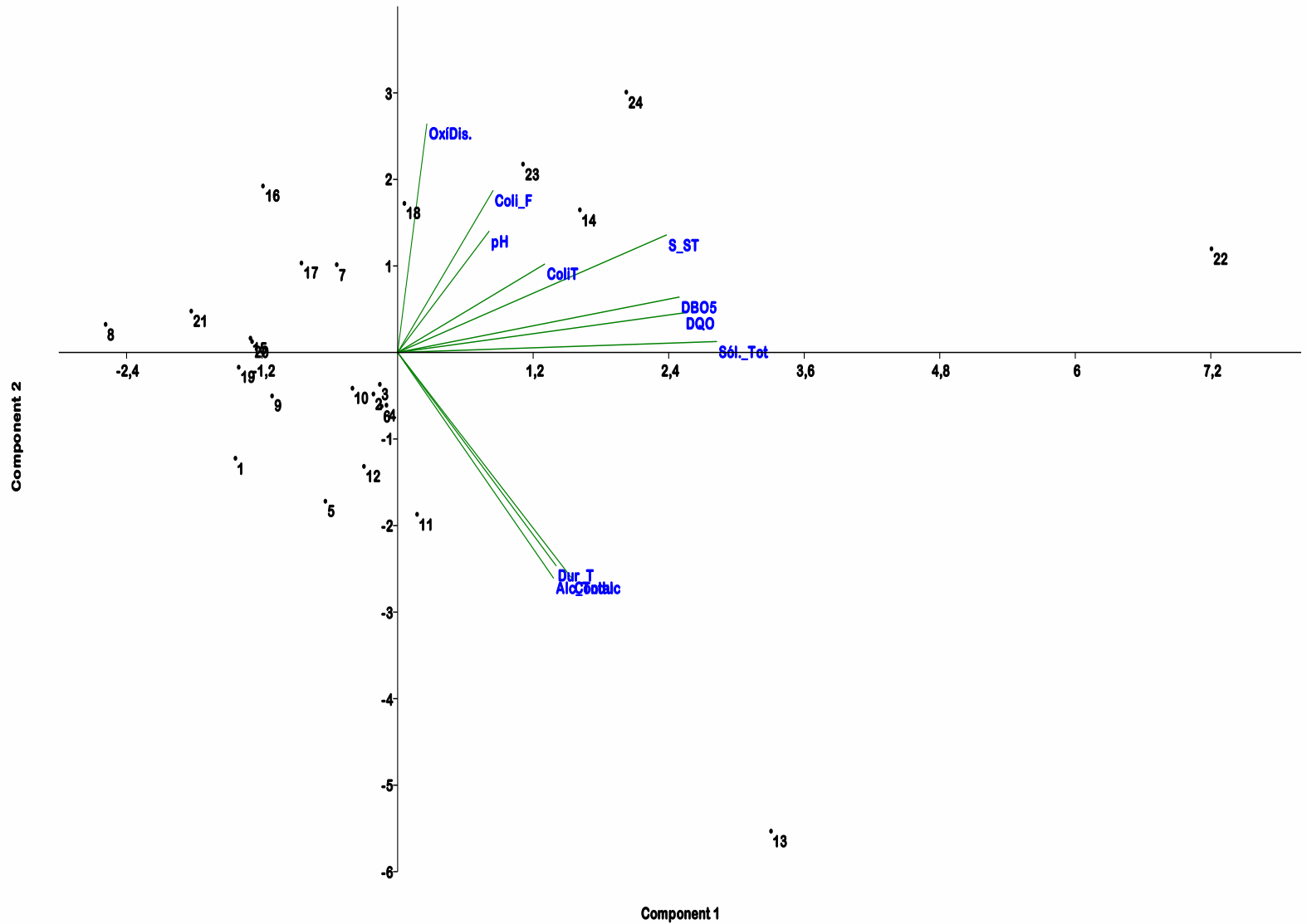
	<i>Alc Total</i>	<i>pH</i>	<i>DBO5</i>	<i>DQO</i>	<i>OxíDis.</i>	<i>Sól. Tot</i>	<i>S ST</i>	<i>Conduc</i>	<i>Dur T</i>	<i>ColiT</i>	<i>Coli F</i>
<i>Alc Total</i>	<b>1</b>										
<i>pH</i>	0,102762	<b>1</b>									
<i>DBO5</i>	0,125339	0,12756971	<b>1</b>								
<i>DQO</i>	0,170039	0,24404752	0,9217011	<b>1</b>							
<i>OxíDis.</i>	-0,35056	0,78108464	0,0758472	0,124814	<b>1</b>						
<i>Sól. Tot</i>	0,382093	0,16196243	0,7405671	0,767003	0,078398	<b>1</b>					
<i>S ST</i>	-0,00126	0,20255016	0,6703708	0,703964	0,325328	0,899255562	<b>1</b>				
<i>Conduc</i>	0,958657	0,03360094	0,2495071	0,262294	-0,44047	0,403919128	-0,01182	<b>1</b>			
<i>Dur T</i>	0,7506	-0,0355544	0,138444	0,247361	-0,34496	0,420339721	0,133067	0,7391017	<b>1</b>		
<i>ColiT</i>	-0,03658	0,00374316	0,3564351	0,194163	-0,02891	0,413817094	0,419371	0,0438991	-0,0605	<b>1</b>	
<i>Coli F</i>	-0,13159	0,27397056	0,2299174	0,072146	0,396631	0,232132436	0,303751	-0,069346	-0,23953	0,557943	<b>1</b>

Correlaciones significativas positivas					
<i>AlcT - Conduc</i>	<b>0,9586</b>	<i>DBO5 - ST</i>	<b>0,7405</b>	<i>ST - SST</i>	<b>0,8992</b>
<i>AlcT - DurT</i>	<b>0,7509</b>	<i>DBO - SST</i>	<b>0,6703</b>	<i>Conduct - Dur</i>	<b>0,7391</b>
<i>pH - OxíD</i>	<b>0,781</b>	<i>DQO - ST</i>	<b>0,767</b>		
<i>DBO5 - DQO</i>	<b>0,9221</b>	<i>DQO - SST</i>	<b>0,7003</b>		

CAS, 2016; Análisis Unisangil, 2017



# COMPONENTES PRINCIPALES RIO FONCE - 2016





# ¿Recurso hídrico para la productividad primaria?

## ¿Cuál es la Fuente? ¿Es Vulnerable?

MUNICIPIO	Abastecimiento	Disponibilidad de agua año medio	Disponibilidad de agua año seco	Regulación	Escases 2000	Escases 2016	Escases cabeceras municipales 2000	Escases cabeceras municipales 2016
ARATOCA	Q. Guacamayo	Media	Media	Baja	0,95	1,57	3,37	6,42
BARICHARA	Represa El Común	Alta	Alta	Muy baja	1,89	3,68	31,28	70,63
CABRERA	Q. El Alto	Alta	Alta	Muy baja	0,64	0,97	0,96	1,95
CEPITA	R. Perchiquez	Alta	Alta	Muy baja	1,01	1,68	0,06	0,12
CHARALÁ	R. Pienta + Q. La Potrera	Baja	Baja	Moderada	0,60	0,86	0,11	0,13
COROMORO	Q. La Colorada	Media	Media	Baja	0,74	1,23	2,50	6,36
CURITÍ	Q. Peñas Negras	Media	Media	Baja	0,35	0,66	1,01	1,91
ENCINO	Q. La Pradera	Media	Media	Moderada	1,09	2,10	1,38	3,31
JORDÁN	Q. La Laja + Macarena	Baja	Alta	Baja	0,44	0,68	0,02	0,06
MOGOTES	Q. San Antonio	Media	Media	Baja	0,72	1,15	1,25	1,90
OCAMONTE	Q. Blanca + La Jabonera	Media	Media	Baja	0,40	0,68	0,01	0,01
ONZAGA	R. Chaguaca	Media	Media	Baja	0,64	1,00	0,31	0,58
PÁRAMO	Q. Las Sánchez	Media	Media	Baja	7,27	14,16	0,01	0,01
PINCHOTE	Q. La Laja	Alta	Alta	Muy Baja	0,80	1,15	0,68	1,16
SAN GIL	R. Fonce + Q. Cuchicuta	Alta	Alta	Muy Baja	4,50	7,05	0,19	0,32
SAN JOAQUÍN	Q. Panamá	Media	Media	Baja	0,93	1,50	0,40	0,69
VALLE DE SAN JOSÉ	Q. Sobacuta	Media	Media	Baja	1,53	2,84	6,06	15,50
VILLANUEVA	Represa El Común	Alta	Alta	Muy baja	1,40	2,37	2,20	4,20



# ¿En qué se debe trabajar sobre el río?

- Estudios de detalle por tramos para objetivos de calidad.
- Articulación de actores.
- Conservación de Ecosistemas y procesos hidrológicos como fuente de oferta de agua provincial.
- Caracterización, cuantificación y optimización de la demanda de agua.
- Mejoramiento de la calidad y minimización de la contaminación del recurso hídrico.
- Gestión Integral de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad de agua.
- Consolidación y fortalecimiento de la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.
- Tratamiento de aguas residuales.



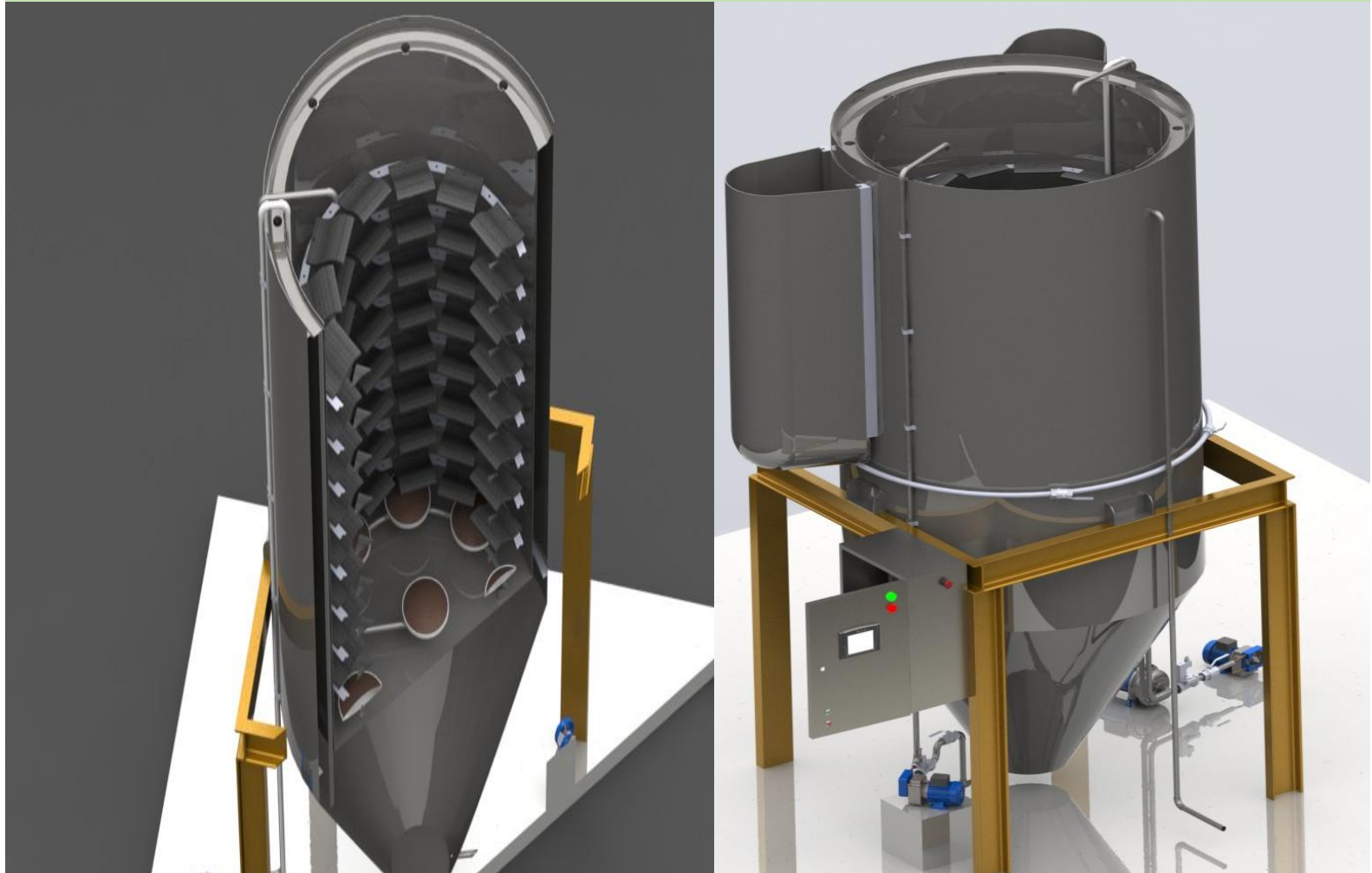
**BIORREACTOR HÍBRIDO DE FLUJO CONTINUO  
COMPLETAMENTE MEZCLADO PARA TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES**

**Patente de modelo de utilidad No. 30564  
Clasificación Internacional: C02F 3/30, C02F  
3/20, C02F 9/02  
Vigencia desde: 08 de Abril de 2015**

Peña; UNISANGIL,2016



# BIORREACTOR HÍBRIDO DE FLUJO CONTINUO COMPLETAMENTE MEZCLADO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

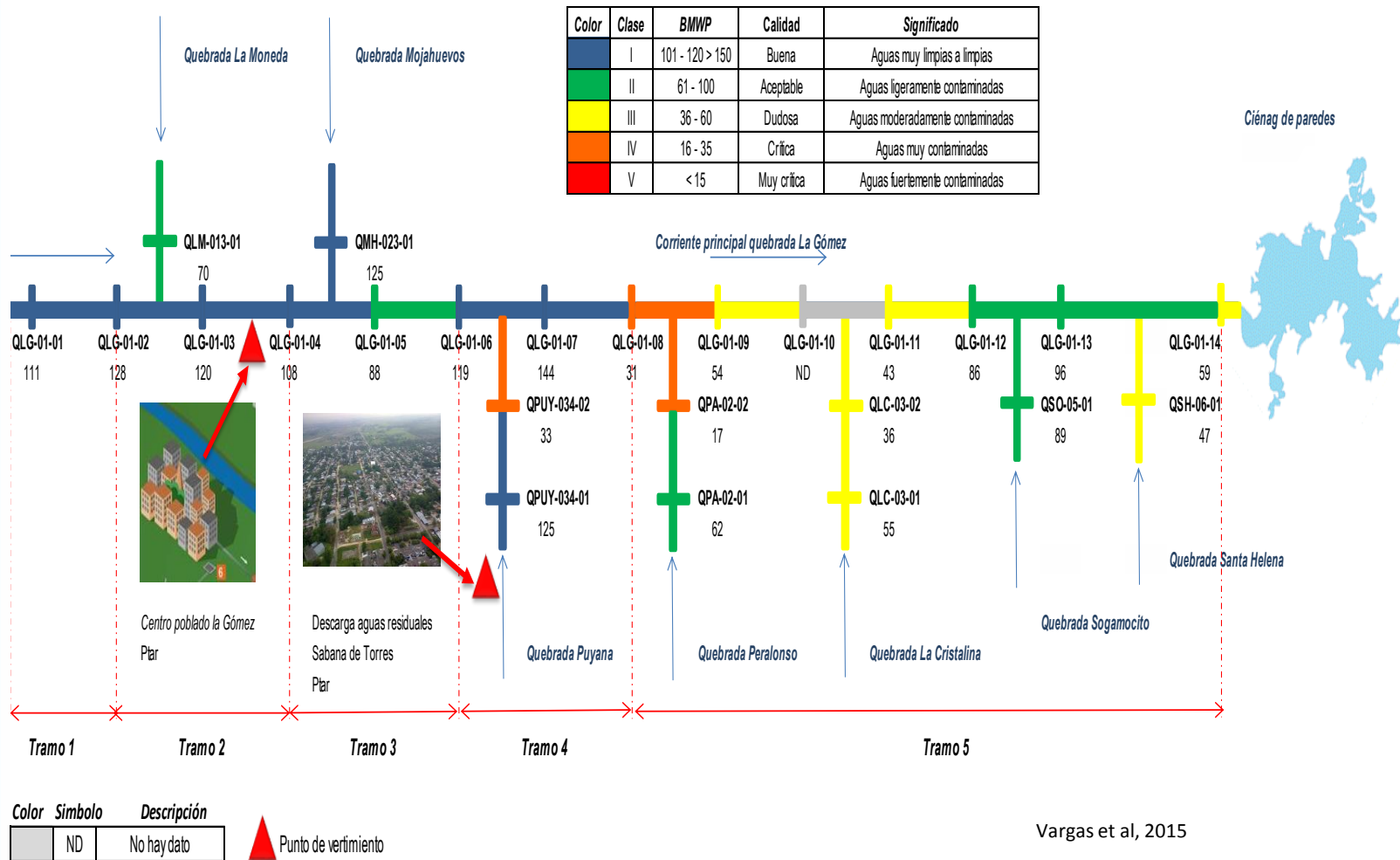


Peña; UNISANGIL, 2016



# Fase 3: Análisis de la información hidrobiológica obtenida para la determinación del estado ecosistémico de la subcuenca la Gómez y Ciénaga de Paredes

DIAGRAMA DE CALIDAD DE AGUA QUEBRADA LA GÓMEZ - PRIMERA CAMPAÑA DE MONITOREO DEACUERDO CON LOS VALORES DETERMINADOS DEL BMWP PARA COLOMBIA



# Aportes de UNISANGIL con el río Fonce



# Aportes de UNISANGIL con el río Fonce

## PROYECTOS SOBRE EL RÍO FONCE

Proyecto Académico  
del Programa de  
Ingeniería Ambiental

- Determinación de la capacidad de autodepuración del Río Fonce con base en el balance de oxígeno disuelto.

Proyecto de Convocatoria  
Interna del Departamento de  
Investigación

Modelación de la calidad del agua del Río Fonce -en un tramo de San Gil- para estimar su capacidad de autodepuración mediante el software QUAL2K.



- Determinar la calidad del agua del Río Fonce.
- Generar estrategias de manejo.
- Concertar compromisos sociales, institucionales y estatales para su conservación.





**Nuestro río Fonce requiere para su supervivencia:**

**Una transformación socioecosistémica que permita cambiar la actual forma de relacionarnos con él.**

**Probablemente se trate de una nueva estructura de relación cuyo principio sea incluir al río en los más importantes momentos de nuestras vidas –invitarlo- decididamente a que forme parte.**

**Probablemente sea necesario un nuevo modelo de relación, una transformación que nos ponga de cara al río – literalmente –**

**Una nueva relación que permita darnos cuenta del incalculable valor estructural, paisajístico, escénico y emotivo, que a diario nos trae a borbotones.**



# REFERENCIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

- **Corporación Autónoma Regional de Santander (2016).** Plan de Ordenamiento de la cuenca hidrográfica del río Fonce.
- **Corporación Autónoma Regional de Santander; UNISANGIL (2011).** Plan de Gestión Ambiental regional 2012-2021.
- **Municipio de San Gil; Corporación Autónoma Regional de Santander (2003).** Plan Básico de Ordenamiento Territorial de San Gil
- **Estupiñán, R. et al; UNISANGIL (2017).** Modelación de la calidad del agua del Río Fonce -en un tramo de San Gil- para estimar su capacidad de autodepuración mediante el software QUAL2K.
- **Estupiñán, R. et al; UNISANGIL. (2017).** Determinación de la capacidad de autodepuración del Río Fonce con base en el balance de oxígeno disuelto
- **Guerrero, W; Vargas, F.C.; Fuquen, V.(2007).** Calidad físico-química y microbiológica del agua del río Fonce a partir de estudios realizados por entidades y autores especializados, Universidad Industrial de Santander. Especialización en química ambiental.
- **Lámus S. J.(2014).** Evaluación del Estado de Contaminación de las Aguas de la Parte Alta del Río Fonce, escuela de química UIS.
- **Osorio, A. (2012).** Línea de base para el ordenamiento de la cuenca del río Fonce, Corpoaire - CAS
- **Ríos, G. S; UNISANGIL (2004).** Análisis Físicoquímico y Microbiológico del Río Fonce 100 m antes del Relleno Sanitario, Andina de Servicios Públicos S. A. E.S.P.
- **Vargas, F.C.(2014).** Análisis de correlaciones canónicas y de componentes principales de datos de trece puntos de monitoreo en la cuenca del río Fonce. UNISANGIL.



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN,  
MUY AMABLES**

