



# II Ciclo de 20 MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

# MasterClass 04



“Tecnología Pronox: Ahorro de energía en EDAR mediante procesos no oxidativos”

**09 FEBRERO**

16:30 h. española



**Joan Canals**

Investigador de LEQUIA y de GS INIMA  
Ingeniero Industrial ETSIIB

II Ciclo de 20  
**MasterClass**

AGUASRESIDUALES.INFO



# PROCESO CONVENCIONAL DECANTACION PRIMARIA + LODOS ACTIVOS

	<b>% ELIMINACIÓN DBO5</b>	<b>CONSUMO ESPECÍFICO Kwh/m3</b>	<b>CONSUMO ESPECÍFICO Kwh/KgDBO5</b>
<b>DECANTACIÓN PRIMARIA</b>	<b>35%</b>	<b>0,005</b>	<b>0,014</b>
<b>LODOS ACTIVOS (sin N/DN)</b>	<b>65%</b>	<b>0,154</b>	<b>0,237</b>

*Tabla 1. Consumo eléctrico medio para eliminar materia orgánica DBO5*

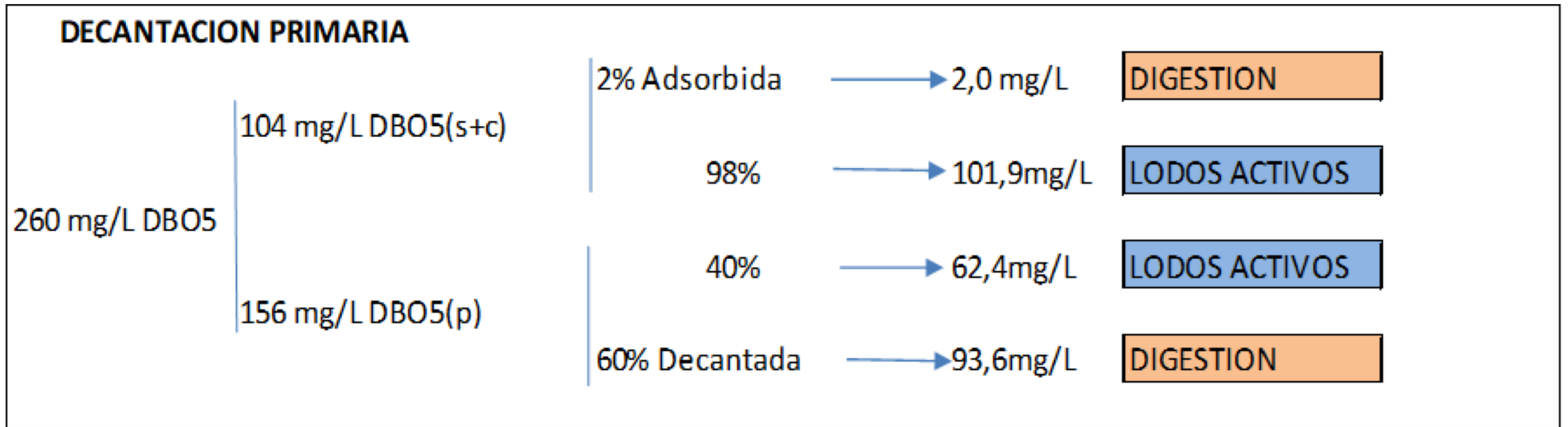


Figura 1. Fraccionamiento de la DBO5 y eliminación en Decantación Primaria.

# PROCESO PRONOX

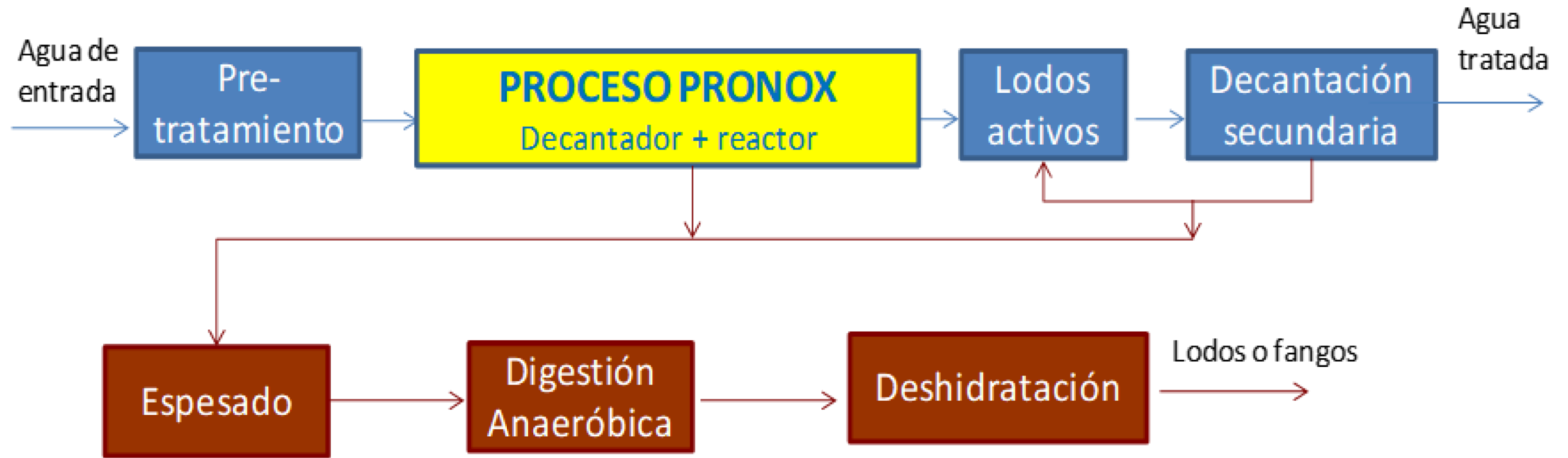


Figura 2. Diagrama de bloques, proceso PRONOX

- The PRONOX (HRAS) removes the organic material, measured as COD, using two different mechanisms:
- 1) Carbon redirection, where pCOD and cCOD fractions are removed by bio-adsorption (bio-flocculation) and redirected into the sludge matrix, while biodegradable sCOD is removed by storage (bioaccumulation) when electron acceptor is available.
- 2) Carbon harvesting, where redirected COD is recovered through settling without having been metabolized by bacteria and sent to anaerobic digestion.



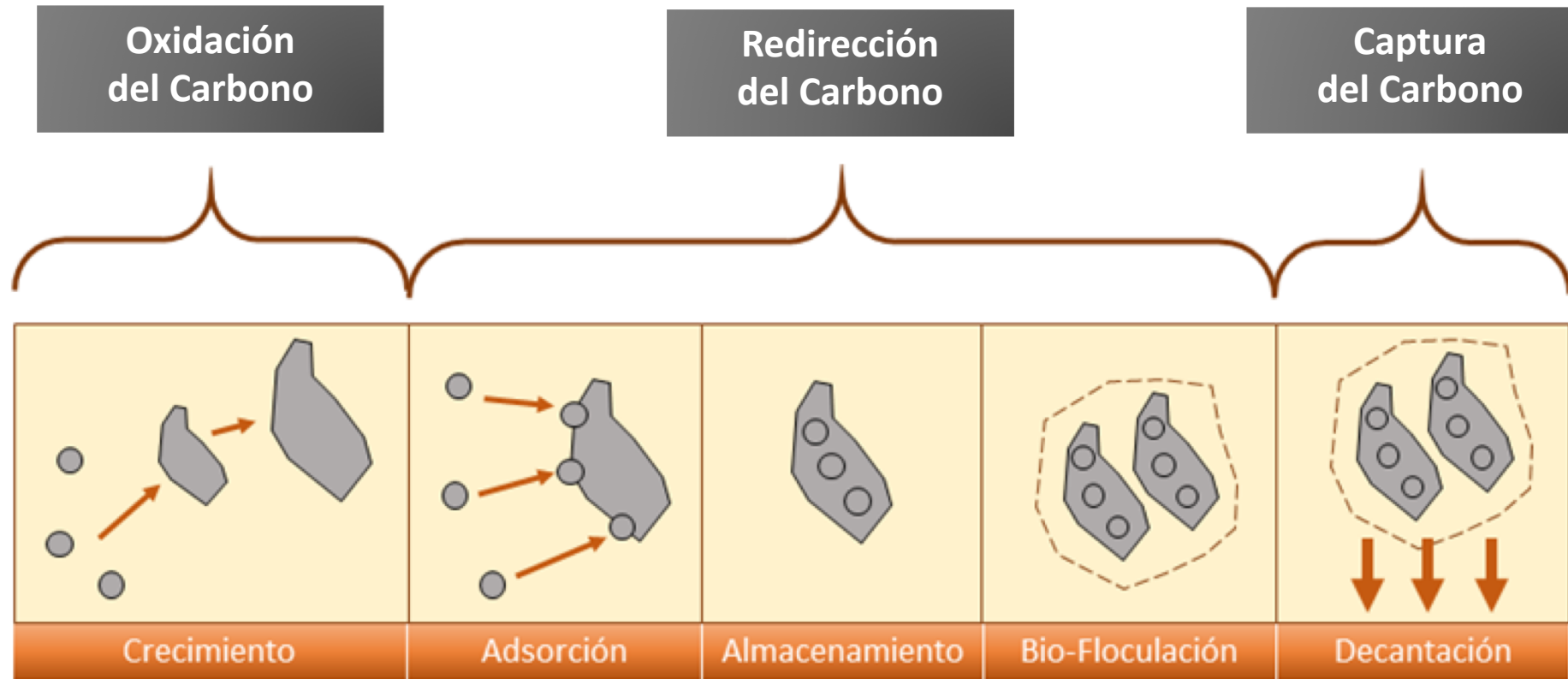


Figura 3. Procesos principales implicados en la Redirección y Captura de carbono.



*Figura 4. Planta Piloto en EDAR Montornès, Consorci Besòs-Tordera*

**ESQUEMA PROCESO PRONOX**

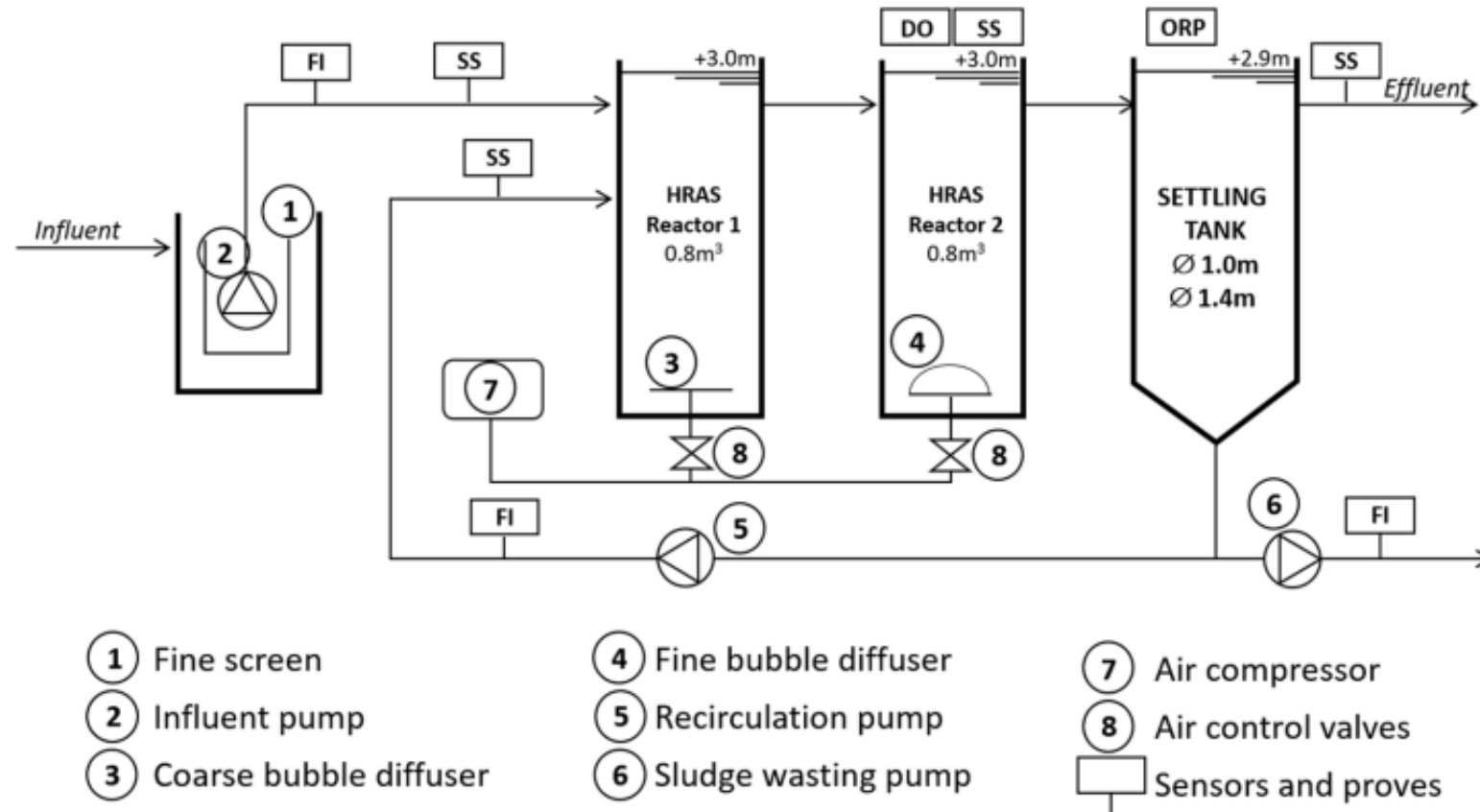


Figura 5. Pilot Plant Process Diagram

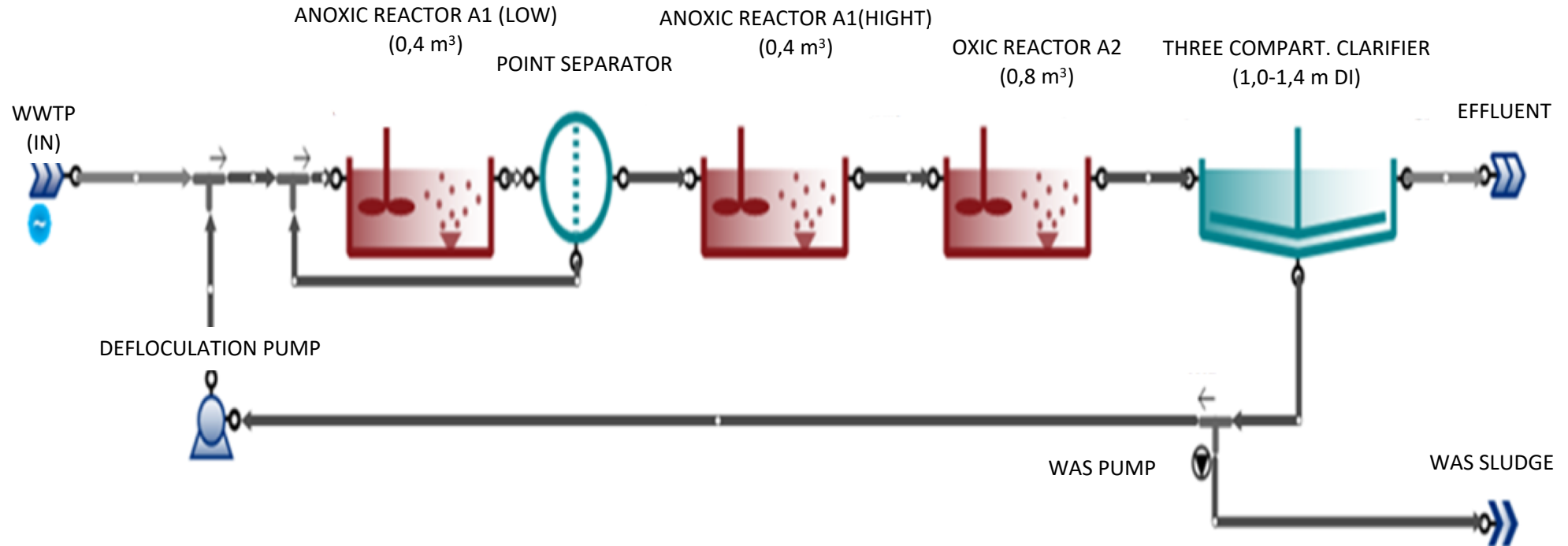


Figura 6. Diagrama de proceso de la Planta Piloto adoptada según el simulador SUMO

# RESULTADOS PLANTA PILOTO PROCESO PRONOX

Pilot plant influent characteristics.

Parameter	Acronym	Average $\pm$ S.D.	Units
Chemical Oxygen Demand	COD <sub>IN</sub>	686 $\pm$ 212	mg·L <sup>-1</sup>
Particulate Chemical Oxygen Demand	pCOD <sub>IN</sub>	456 $\pm$ 201	mg·L <sup>-1</sup>
Colloidal Chemical Oxygen Demand	cCOD <sub>IN</sub>	62 $\pm$ 24	mg·L <sup>-1</sup>
Soluble Chemical Oxygen Demand	sCOD <sub>IN</sub>	171 $\pm$ 60	mg·L <sup>-1</sup>
Biochemical Oxygen Demand	BOD <sub>5IN</sub>	254 $\pm$ 109	mg·L <sup>-1</sup>
Total Suspended Solids	TSS <sub>IN</sub>	399 $\pm$ 175	mg·L <sup>-1</sup>
Volatile Suspended Solids	VSS <sub>IN</sub>	297 $\pm$ 156	mg·L <sup>-1</sup>
Total Kjeldahl Nitrogen	N-TKN <sub>IN</sub>	70 $\pm$ 15	mg·L <sup>-1</sup>
Ammonium Nitrogen	N-NH <sub>4IN</sub> <sup>+</sup>	38 $\pm$ 9	mg·L <sup>-1</sup>
Total Phosphorous	TP <sub>IN</sub>	8.7 $\pm$ 3.4	mg·L <sup>-1</sup>
Orthophosphates	P-PO <sub>4IN</sub> <sup>3-</sup>	1.7 $\pm$ 0.8	mg·L <sup>-1</sup>
Reactor Temperature ( <i>range</i> )	T	18–26	°C

Tabla 2. Pilot Plant influent characteristics

Period [days]	Inflow [ $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ]	Inflow regime	Wasting point	Reactors in operation	Temperature R2 [°C]	Clarifier Diameter [m]
1 (86d)	24.1	CF	R2	R1 + R2	18.5	1
2 (44d)	29.3	CF	STL	R1 + R2	22.1	1
3 (80d)	31.8	CF	STL	R1 + R2	25.6	1
4 (58d)	30.8	VF	STL	R1 + R2	26.3	1
5 (37d)	30.7	VF	STL	R1 + R2	22.8	1
6 (31d)	31.1	VF	STL	R1 + R2	19.3	1.4
7 (41d)	31.1	VF	STL	R2	18.9	1.4
8 (76d)	30.6	VF	STL	R2	23.2	1.4
9 (44d)	31.1	VF	STL	R2	20.1	1.4

CF: Constant; VF: Variable; R1: Reactor 1 optional; R2: Aerobic; and STL: Settler.

*Tabla 3. Pilot Plant operating conditions in each experimental period*

Period	MLSS R2 [mg·L <sup>-1</sup> ]	HRT R1+R2 [hours]	SRT R2 [days]	DO R2 [mg·L <sup>-1</sup> ]	External recycle	OLR-R2 [kgCOD · kgMLSS <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> ]	OFR Q <sub>in</sub> [m·h <sup>-1</sup> ]	SL Q <sub>in</sub> +Q <sub>R</sub> [kgMLSS·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> ]	SVI <sub>30</sub> [mL·g <sup>-1</sup> ]	TSS (out) [mL·g <sup>-1</sup> ]
1	3043	1.6	0.2	0.7	73%	9.9	1.3	164	64	103
2	2577	1.3	0.3	0.4	60%	8.8	1.6	155	51	92
3	1729	1.2	0.1	0.4	55%	14.9	1.7	109	55	113
4	2555	1.2	0.2	0.4	54%	8.5	1.6	156	67	119
5	2508	1.2	0.2	0.4	54%	9.8	1.6	152	48	91
6	2290	1.2	0.2	0.5	70%	9.3	0.8	79	55	66
7	2163	0.6	0.1	0.5	70%	14.6	0.8	75	59	69
8	2010	0.6	0.2	0.5	62%	10.4	0.8	65	49	65
9	1924	0.6	0.2	1.1	63%	9.5	0.8	64	49	44
Mean	2311	1.1	0.2	0.5	62%	10.6		113	55	85
S.D.	404.0	0.4	0.05	0.2	7%	2.4		43	7	25

OLR:(organic loading rate); OFR:(over flow rate); SL:(solids loading); SVI<sub>30</sub>:(sludge volume index 30 min.).

*Tabla 4. Reactors and settler operation parameters*

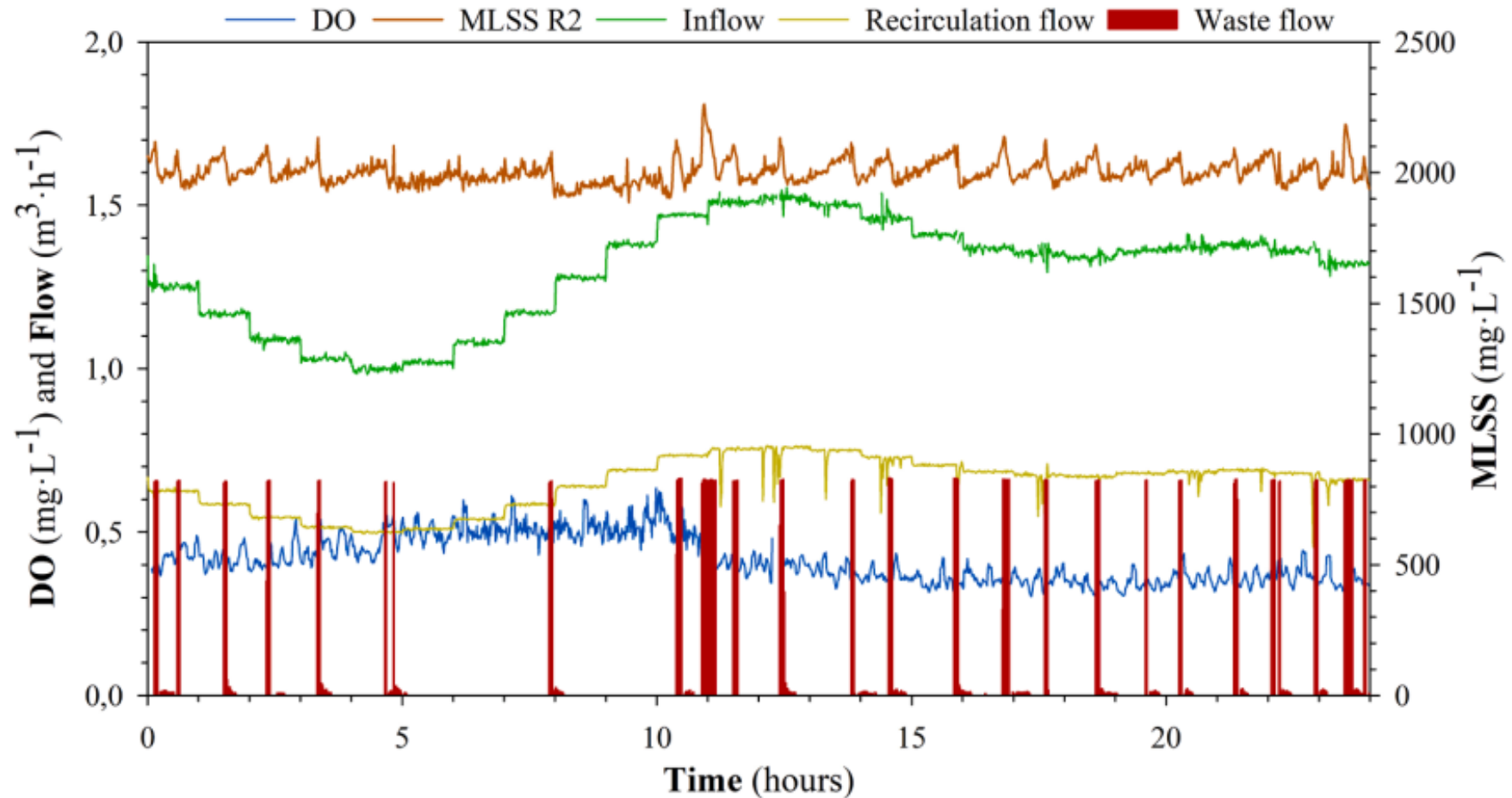


COD fraction concentration averages at influent and removal in each experimental period.

Period	sCOD <sub>IN</sub> [mg·L <sup>-1</sup> ] *(COD%)	sCOD (rem) [%]	cCOD <sub>IN</sub> [mg·L <sup>-1</sup> ] *(COD%)	cCOD (rem) [%]	pCOD <sub>IN</sub> [mg·L <sup>-1</sup> ] *(COD%)	pCOD (rem) [%]	Total COD <sub>IN</sub> [mg·L <sup>-1</sup> ]	COD (rem) [%]	BOD <sub>5IN</sub> [mg·L <sup>-1</sup> ]	BOD <sub>5</sub> (rem) [%]
1	180 (18%)	27 ± 12	61 (6%)	-4 ± 38	766 (76%)	81 ± 7	990	66 ± 10	455	67 ± 14
2	183 (28%)	30 ± 13	61 (9%)	9 ± 25	419 (63%)	78 ± 10	658	57 ± 8	283	51 ± 13
3	187 (27%)	31 ± 11	59 (9%)	8 ± 36	438 (64%)	72 ± 8	684	55 ± 7	261	57 ± 8
4	161 (27%)	34 ± 9	69 (11%)	24 ± 20	372 (62%)	61 ± 9	602	50 ± 6	244	50 ± 12
5	222 (32%)	36 ± 9	60 (9%)	16 ± 32	401 (59%)	73 ± 8	680	56 ± 9	257	58 ± 5
6	168 (29%)	24 ± 12	50 (9%)	4 ± 33	372 (62%)	77 ± 8	585	55 ± 7	212	49 ± 7
7	200 (23%)	28 ± 5	83 (10%)	62 ± 11	570 (67%)	75 ± 13	853	63 ± 12	401	58 ± 3
8	138 (23%)	23 ± 11	69 (12%)	16 ± 47	381 (65%)	71 ± 13	588	53 ± 13	204	54 ± 11
9	102 (19%)	19 ± 13	54 (10%)	12 ± 32	359 (71%)	77 ± 6	515	59 ± 6	160	57 ± 13
Average	171 (25%)	29 ± 12	62 (9%)	12 ± 35	453 (66%)	74 ± 10	683	57 ± 9	254	56 ± 10

\* COD fraction percentage regarding total COD.

Tabla 5. COD fraction concentration averages at influent and removal in each experimental period



*Figura 11. 24 h monitoring of the process control parameters: waste sludge flow rate and MLSS concentration in reactor R2, dissolved oxygen (DO) and recirculation flow rate.*

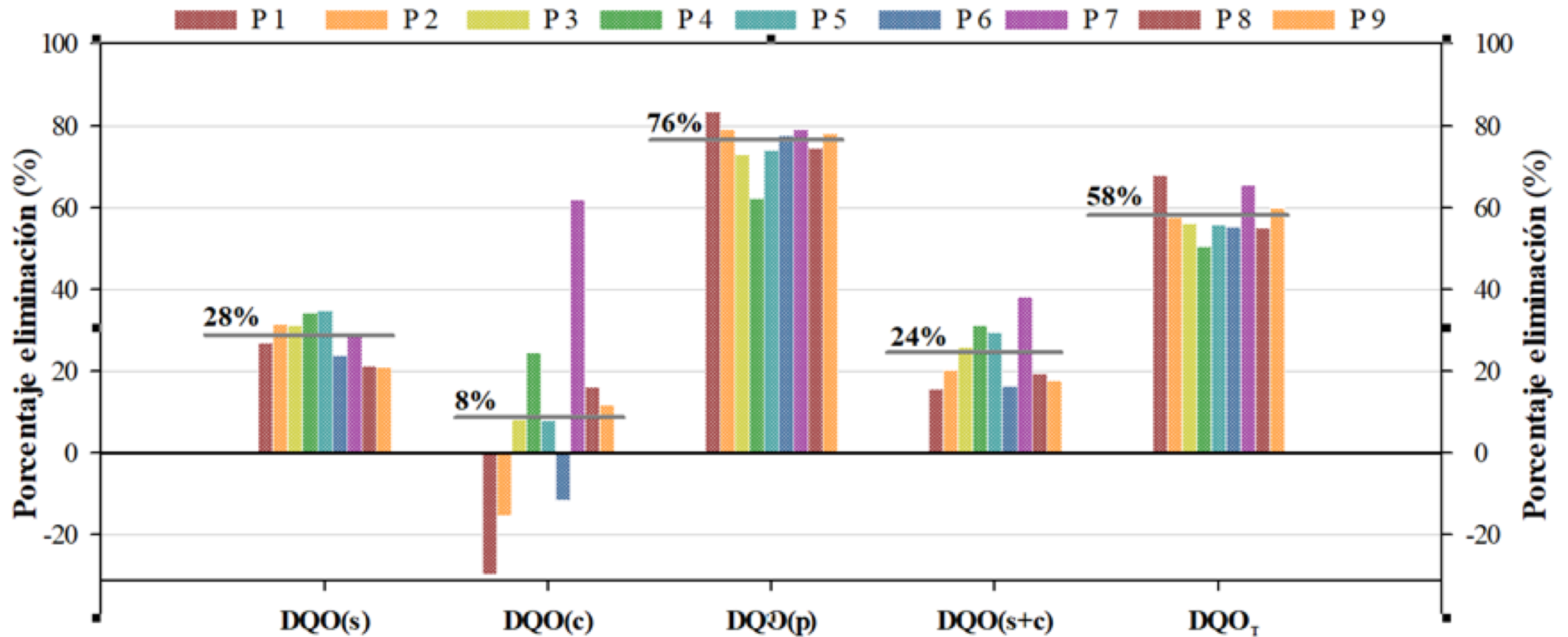


Figura 7. Rendimientos de eliminación de cada fracción de DQO para cada Periodo 1,2,3,4,5,6,7,8,9 y para la media de los nueve Periodos

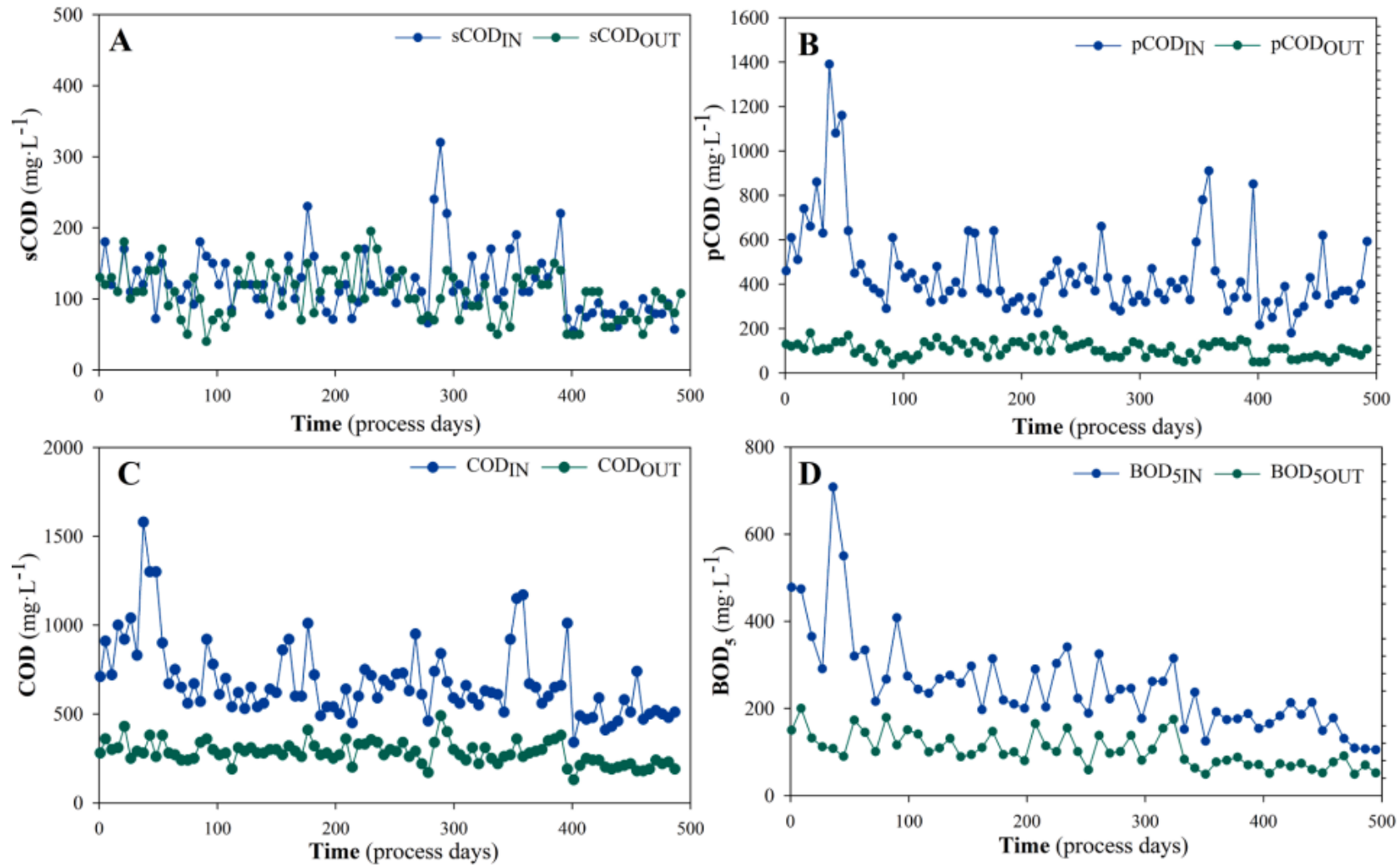


Figura 8. Daily variations of the influent and effluent concentrations of A) sCOD; B) pCOD; C) COD and D) BOD<sub>5</sub>.

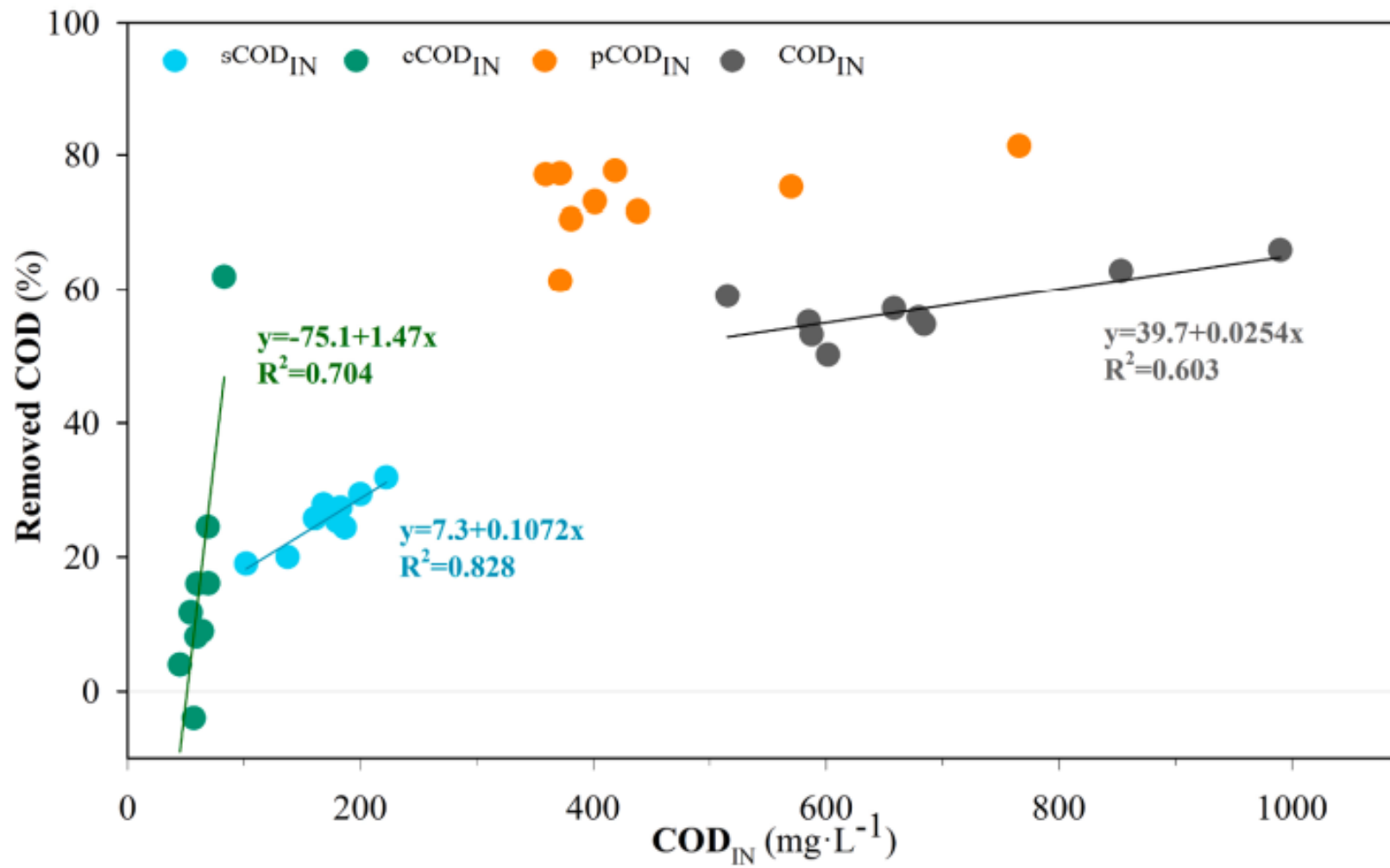


Figura 12. sCOD, cCOD, pCOD and COD removal percentage related to their influent concentration

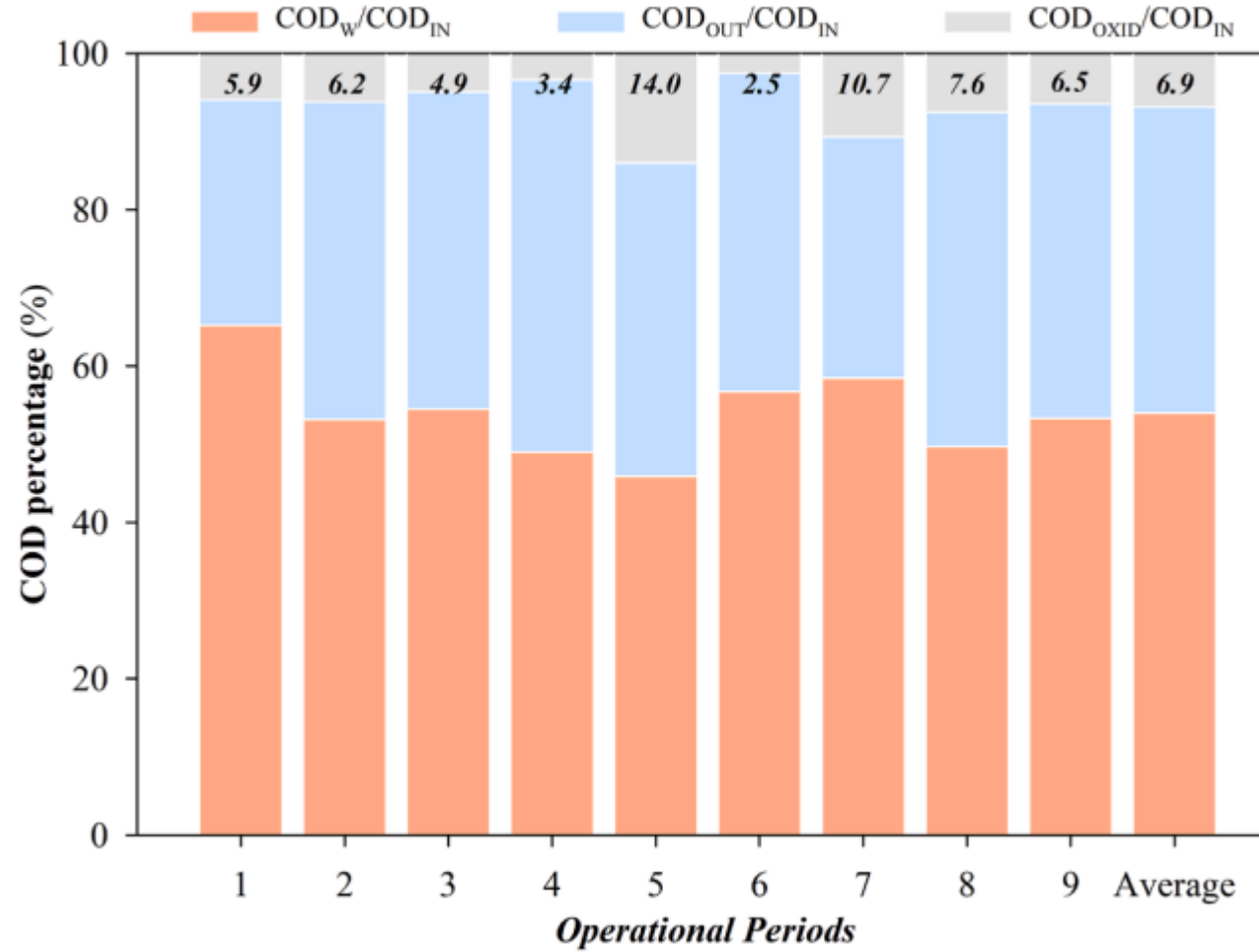
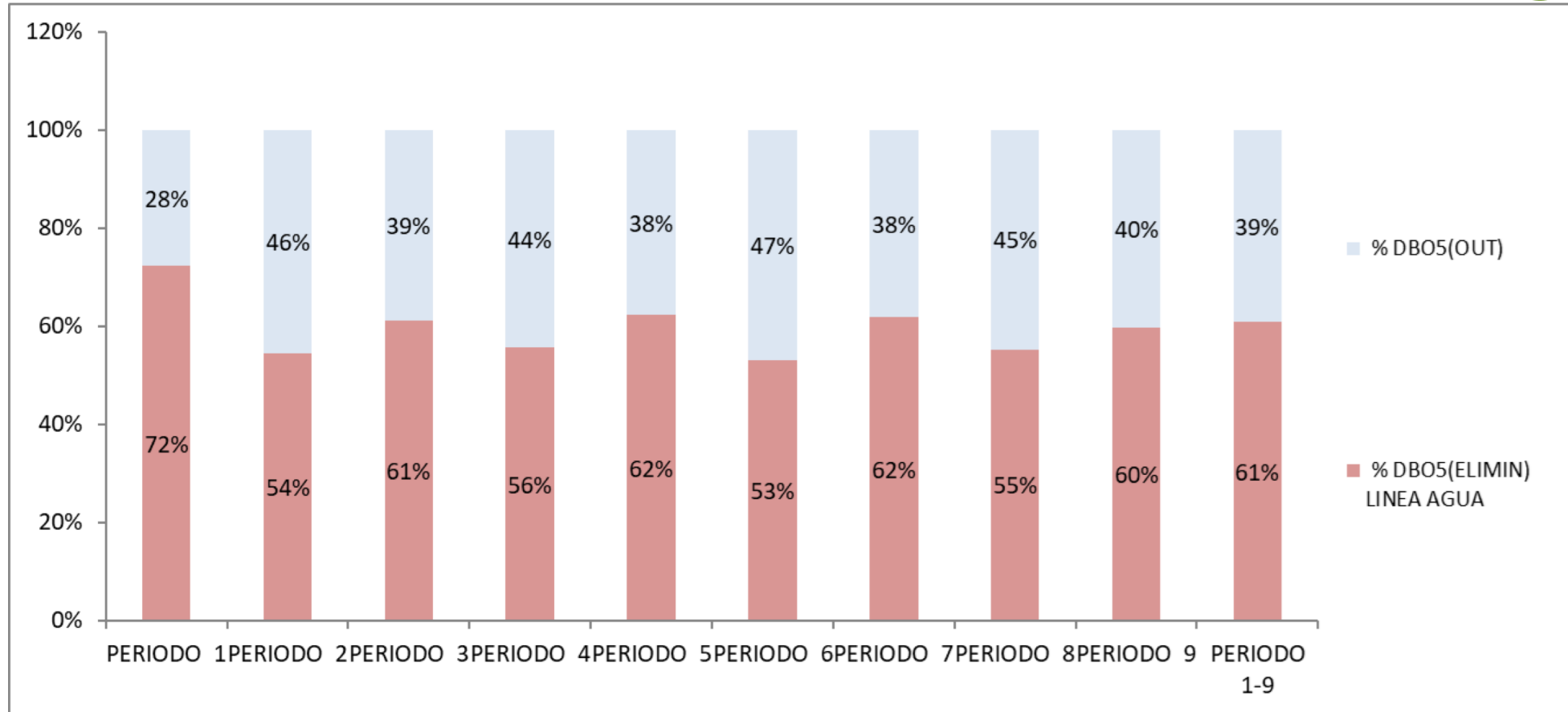


Figura 10. COD influent mass balance distribution: waste, out and oxidized



*Figura 9. Reparto porcentual de DBO5(OUT) y DBO5 (ELIM)(LINEA DE AGUA) en relación a DBO5(IN), para los Periodo 1,2,3,4,5,6,7,8 y 9*

**Aplicación de los Resultados de la Planta Piloto al Estudio del  
Consumo Energético de una EDAR con Nitrificación-  
Desnitrificación, Digestión anaeróbica y Cogeneración**



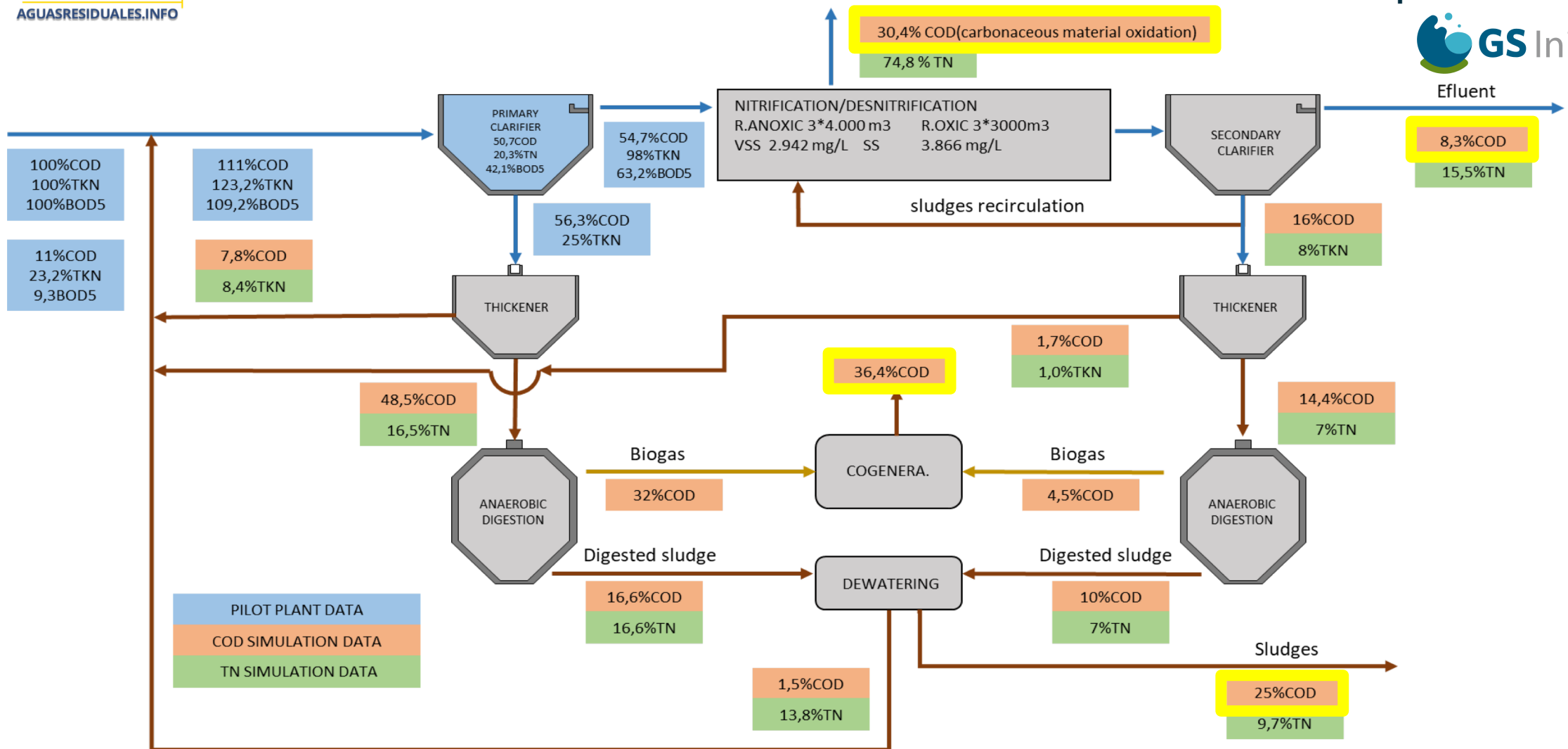


Figura 13. Balance DQO y TN. Decantación Primaria, Nitrificación-Desnitrificación y Digestión Anaerobia.

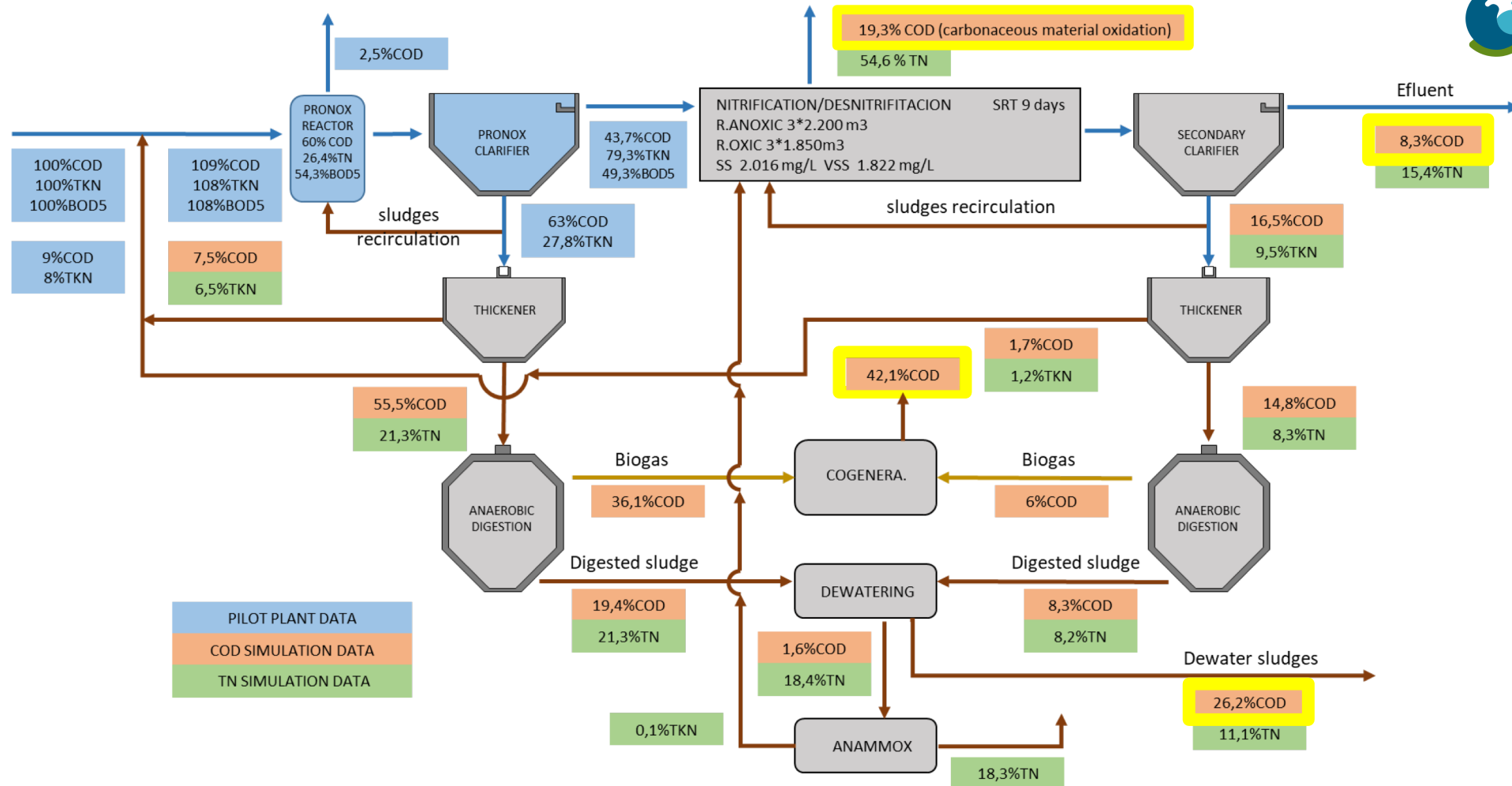


Figura 14. Balance DQO y TN. Proceso PRONOX, Nitrificación-Desnitrificación, Digestión Anaerobia de Lodos y ANAMMOX en línea de Retornos

EDAR TRATAMIENTO BIOLÓGICO ELIMINACION DE NUTRIENTES DIGESTION ANAEROBIA- COGENERACIÓN DESODORIZACIÓN , VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN INFLUENTE: DQO 725/ SS 398 / VSS 321 / DBO5 334 / TKN 74	EDAR DECANT.PRIMARIA NITRIF-DESNITR. DIGEST.ANAEROBIA	EDAR PROCESO PRONOX NITRIF-DESNITR. DIGEST.ANAEROBIA ANAMMOX
	KWH / M3	KWH / M3
BOMBEO DE ELEVACION DE AGUA BRUTA	0,060	0,060
PRETRATAMIENTO	0,007	0,007
DECANTACIÓN PRIMARIA Y BOMBEOS	0,005	0,005
HRAS OXIDACIÓN DQO	0,000	0,015
HRAS BOMBEO RECIRCULACION	0,000	0,013
TRATAMIENTO BIOLÓGICO MATERIA CARBONOSA	0,189	0,108
TRATAMIENTO BIOLÓGICO NITRIFICACIÓN DESNITRIFICACIÓN	0,089	0,067
BOMBEOS LODOS ACTIVOS	0,035	0,035
ANAMMOX	0,000	0,020
MANEJO DE LODOS Y DIGESTIÓN ANAEROBIA	0,062	0,062
EQUIPOS DESHIDRATACIÓN	0,056	0,056
SERVICIOS AUXILIARES	0,012	0,012
ILUMINACION	0,030	0,030
DESODORIZACIÓN, VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN	0,035	0,035
CONSUMO ELÉCTRICO ESPECÍFICO TOTAL KWH/ m3	0,580	0,525
CONSUMO ELÉCTRICO ESPECÍFICO TOTAL KWH/ Kg DQO	0,800	0,724
	0,000	0,000
ENERGIA ELÉCTRICA ESPECÍFICA COGENERADA KWH/ m3	0,318	0,368
CONSUMO NETO ELÉCTRICO ESPECÍFICO KWH/ m3	0,262	0,157
% DE ENERGIA GENERADA	54,8%	70,1%
AHORRO ENERGÍA ELÉCTRICA	0,0%	40,1%

Tabla 6. Ahorro del consumo eléctrico Total de la EDAR

EDAR 24.000 m3/dia	DECANT.PRIMARIA	PRONOX+ ANAMMOX
PRONOX		1.000
R.ANOXICOS	12.000	6.600
R.OXICOS	9.000	5.550
ANAMMOX		230
TOTAL m3	21.000	13.380
DISMINUCIÓN VOLUMEN		36%

*Tabla 7. Volumen Reactores de Proceso EDAR de 24.000m3/ dia*

## VENTAJAS DEL PROCESO PRONOX

REDUCCION DEL VOLUMEN DE REACTORES	36%
------------------------------------	-----

REDUCCION DEL CONSUMO ELECTRICO TOTAL	40%
---------------------------------------	-----

Water Research 231 (2023) 119610

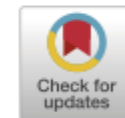


**ELSEVIER**

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Water Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/watres](http://www.elsevier.com/locate/watres)



### High-rate activated sludge at very short SRT: Key factors for process stability and performance of COD fractions removal

Joan Canals<sup>a,b</sup>, Alba Cabrera-Codony<sup>a</sup>, Oriol Carbó<sup>a,b</sup>, Josefina Torán<sup>b</sup>, Maria Martín<sup>a</sup>, Mercè Baldi<sup>b</sup>, Belén Gutiérrez<sup>b</sup>, Manel Poch<sup>a</sup>, Antonio Ordóñez<sup>b</sup>, Hèctor Monclús<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> LEQUIA, Institute of the Environment, Universitat de Girona, c/Maria Aurèlia Capmany i Farnés, 69, Girona 17003, Catalonia, Spain

<sup>b</sup> GS Inima Environment, S.A. c/Gobelas 41. 1<sup>ª</sup> A, Madrid 28023, Spain

**Gracias por vuestra  
atención.**

---



# II Ciclo de 20 MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO