



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental
Programa de doctorado de Ingeniería Civil

ELIMINACIÓN BIOLÓGICA DE NUTRIENTES EN UN REACTOR BIOLÓGICO SECUENCIAL

Caracterización y estimulación de las fuentes de carbono del agua residual
urbana

MEMORIA

**presentada para aspirar al título de
Doctora en Ciencias Biológicas**

MARÍA GUADALUPE BARAJAS LÓPEZ

Director

Dr. Ing. Rafael Mujeriego Sahuquillo

Catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña
Sección de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Barcelona, abril de 2002

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

Título: Eliminación biológica de nutrientes en un reactor biológico secuencial.
Caracterización y estimulación de las fuentes de carbono.

Autor: María Guadalupe Barajas López
Director: Rafael Mujeriego Sahuquillo

Los objetivos de esta tesis doctoral son la caracterización de un agua residual urbana, la prefermentación del agua residual y la optimización de la eliminación biológica de nutrientes en el tratamiento del agua residual en un reactor biológico secuencial (RBS). El agua residual de una zona residencial de Barcelona se caracterizó mediante parámetros típicos de las aguas residuales y, específicamente, mediante los ácidos grasos volátiles (AGV), el potencial de ácidos grasos volátiles (potencial de AGV) y la DQO fraccionada, con el fin de evaluar su aptitud a la eliminación biológica de fósforo. Se desarrolló una modificación del método original del potencial de AGV, que simplifica el procedimiento.

Los valores promedio del agua residual afluyente fueron: 282 mg/l MES, 472 mg/l DQO, 39 mg/l NT, 30 mg/l N-NH₄, 12 mg/l PT, 7 mg/l P-PO₄ soluble. Aunque se encontraron valores bajos de AGV (8,5 mg/l) y de la relación VFA/PT (0,71 mg DQO/mg P), el potencial de AGV (118 mg/l) y la relación potencial AGV/PT (18 mg DQO/mg P) fueron comparables con los valores recomendados para la eliminación biológica de fósforo. Del análisis del fraccionamiento de la DQO y de los datos del potencial de AGV se concluyó que la mayor parte de la DQO fácilmente biodegradable y, probablemente, una fracción de la lentamente biodegradable se emplearon para la producción de AGV en la prueba del potencial de AGV.

Se diseñó un ciclo complejo de 6 h para optimizar la eliminación biológica de nutrientes (EBN): llenado estático (1 h), llenado anóxico (0,75 h), llenado aireado (0,25 h), llenado anóxico (0,75 h), llenado aireado (0,25 h), reacción aeróbica (1,5 h), reacción postanóxica (0,75 h), decantación (0,63 h) y vaciado (0,12 h). El tiempo de llenado representó el 50% del total, mientras que la aireación supuso el 33% del tiempo del ciclo. El oxígeno disuelto se controló con un regulador PID, con un punto de consigna de 2,0 mg/l. El tiempo de retención hidráulico (TRH) fue de 8 h y el tiempo de retención de sólidos (TRS) de 24 d. El RBS, de 24 litros, se alimentó con el agua residual en dos fases experimentales diferentes. En la Fase 1, el reactor se alimentó con agua residual cruda. En la Fase 2, el agua residual cruda se introdujo a un decantador primario continuo, explotado como un prefermentador (tanque primario activado, TPA) y su efluente se utilizó para alimentar el RBS.

En la Fase 1, los valores del efluente fueron: 39 mg/l MES, 87 mg/l DQO, 8.9 mg/l NT, 1.3 mg/l PT. Las concentraciones de nutrientes quedaron por debajo del límite para poblaciones entre 10.000 y 100.000 habitantes-equivalentes. El llenado estático permitió condiciones fuertemente anaeróbicas durante el llenado, lo que mejoró la eliminación biológica de fósforo. Además, la nitrificación y desnitrificación simultánea, junto con la fase postanóxica, permitieron mejorar la eliminación de nitrógeno.

En la Fase 2, se diseñó y estudió un TPA con el fin de analizar el efecto de la separación de sólidos primarios y de su prefermentación en el funcionamiento del RBS. El prefermentador, de 3 litros, operó bajo las condiciones siguientes: TRH 1,3 h, TRS 5 y 10 d, recirculación 52% y velocidad del rascador 0,5 rpm. El mejor funcionamiento se consiguió con un TRS de 5 d y con el prefermentador cubierto para un mejor control de la temperatura y el potencial de oxidación-reducción. En estas condiciones se observó solubilización de DQO (22 mg/l) y formación de AGV (34 mg/l). Aunque la fermentación acidogénica fue considerable, la producción de AGV alcanzó sólo el 35% del potencial de AGV del agua residual cruda. Este hecho se atribuyó al flujo no completamente mezclado, intrínseco del prefermentador. El efecto de retención de sólidos en el prefermentador predominó sobre el efecto de fermentación y solubilización, y la eliminación de nutrientes se vio perjudicada, especialmente la eliminación de fósforo. Los valores del efluente en esta fase fueron: 28 mg/l MES, 55 mg/l DQO, 11 mg/l NT, y 5.3 mg/l PT.

Ph.D. THESIS SUMMARY

Title: Biological nutrient removal in sequencing batch reactor
Characterisation and stimulation of wastewater carbon sources

Author: María Guadalupe Barajas López
Director: Rafael Mujeriego Sahuquillo

The objectives of this thesis are the characterisation of a urban wastewater, the prefermentation of the wastewater, and the optimisation of biological nutrient removal in the treatment of this wastewater in a sequencing batch reactor (SBR). A wastewater from a Barcelona residential area was characterised for typical wastewater parameters and, specifically, for volatile fatty acids (VFA), VFA potential and COD fractionation, in order to evaluate its ability to undergo biological nutrient removal in a SBR. A modification of the original VFA potential test was applied, which simplified the procedure.

The mean wastewater parameter values were: 282 mg/L TSS, 472 mg/L COD, 39 mg/l TN, 30 mg/l NH₄-N, 12 mg/L TP, 7 mg/l soluble PO₄-P. Though low VFA concentrations (8.5 mg/l) and VFA/TP ratios were measured (0.71 mg COD/mg P), the VFA potential (118 mg/l) and VFA potential/P ratio (18 mg COD/mg P) reached or approached the required values for enhanced biological phosphorus removal (EBPR). From analysis of COD fractionation and VFA potential data it was concluded that most of readily biodegradable COD and, probably, a fraction of the slowly biodegradable COD were used for VFA formation in the VFA potential test.

A complex 6h SBR cycle was designed, in order to optimise biological nutrient removal (BNR): static fill (1 h), anoxic fill (0.75 h), aerated fill (0.25 h), anoxic fill (0.75 h), aerobic fill (0.25 h), aerobic react (1.5 h), post-anoxic react (0.75 h), settle (0.63 h), decant (0.12 h). The fill time accounted for 50% of cycle time, while aeration time represented 33% of cycle time. Dissolved oxygen was regulated with a PID controller, and was set to 2 mg/l. The hydraulic retention time (HRT) was 8 h, and sludge age was 24 d. The 24 litre SBR was fed with wastewater in two different experimental phases. In Phase 1, raw wastewater was pumped to the reactor. In Phase 2, raw wastewater was fed to a continuous primary clarifier, operated as a prefermenter (activated primary tank, APT), and the APT effluent was fed to the SBR.

In Phase 1, effluent values were: 39 mg/l TSS, 87 mg/l COD, 8.9 mg/l TN, 1.3 mg/l TP. Effluent nutrient values fell below the EC limit for communities between 10,000 and 100,000 population equivalents. The static fill period allowed for strong anaerobic conditions during fill, which enhanced biological phosphorus removal. Besides, simultaneous nitrification and denitrification, along with the post-anoxic stage improved nitrogen removal.

In Phase 2, an ATP coupled to the SBR was studied, in order to analyse the effect of solid separation and fermentation in the performance of the SBR. A 3.3 l prefermenter was operated at the following conditions: 1.3 h HRT, 5 and 10 d SRT, 52% recycle ratio, 0.5 rpm scraper speed. Best performance was observed with 5 d SRT and the prefermenter covered for better temperature and ORP control. Both COD solubilisation (22 mg COD/l) and VFA formation (34 mg COD/l) were measured in this conditions. Though fermentation was remarkable, VFA production accounted for only 35% of the influent VFA potential. This fact has been attributed to the intrinsic non-completely mixed flow in the prefermenter. Also, VFA potential decreased in the prefermenter. The effect of solids retention in the prefermenter prevailed over the fermentation effect in the ATP, and nutrient removal was impaired, specially phosphorus removal. Effluent values for this phase were: 28 mg/l TSS, 55 mg/l COD, 11 mg/l TN, and 5.3 mg/l TP.

ÍNDICE

Abreviaturas y siglas.....	x
Capítulo 1. Introducción.....	1
Capítulo 2. Objetivos	5
Capítulo 3. Revisión bibliográfica	9
3.1. Caracterización típica de las aguas residuales urbanas	10
3.1.1. Constituyentes orgánicos	10
3.1.2. Constituyentes inorgánicos.....	10
3.1.3. Contenido sólido de las aguas residuales	11
3.1.4. Nutrientes	12
3.1.5. Microorganismos	12
3.2. Impacto ambiental de los vertidos de N y P	12
3.2.1. Fuentes de nitrógeno.....	12
3.2.2. Fuentes de fósforo.....	14
3.2.3. Proceso de eutrofización	15
3.3. Legislación sobre los vertidos de nutrientes	19
3.3.1. Legislación en España y la Unión Europea	19
3.3.2. Legislación en Cataluña	21
3.4. Caracterización específica de la materia orgánica en las ARU para la optimización de los procesos de eliminación biológica de nutrientes	22
3.4.1. Componentes de la DQO fraccionada.....	23
3.4.2. Metodologías para la determinación de la DQOFB	25
Métodos físicos	26
Métodos biológicos	27
a) Cálculo de la carga másica	28
b) Interferencias en la determinación de la OUR (nitrificación)	30
c) Aclimatación del fango activado	30
3.4.3. Metodologías para la determinación de la DQOLB	32
3.4.4. Metodología para la obtención de la DQOBT	34
3.4.5. Potencial de ácidos grasos volátiles.....	34
3.4.6. Relaciones de interés en la optimización de procesos con EBIF.....	37
3.5. Eliminación biológica de nitrógeno.....	40
3.5.1. Nitrificación	42
Cinética del crecimiento biológico.....	43
Cinética de eliminación de sustrato	46
Factores que controlan la nitrificación.....	47
3.5.2. Desnitrificación	49
Aspectos cinéticos de la desnitrificación.....	49
Factores que controlan la desnitrificación.....	51
3.6. Eliminación biológica de fósforo.....	52
3.6.1. Evolución de las investigaciones sobre la eliminación biológica de fósforo	53
3.6.2. Mecanismos bioquímicos de la eliminación de fósforo.....	56
3.6.3. Factores que afectan el proceso de EBIF	59

3.7. Fermentación de sólidos primarios (prefermentación)	61
3.7.1. Desarrollo histórico de la prefermentación	62
3.7.2. Configuraciones de los procesos diseñados para la prefermentación	63
3.7.3. Factores de diseño de los prefermentadores	66
3.8 Sistemas de tratamiento biológico de fangos activados de flujo discontinuo.....	67
3.8.1. Historia y evolución.....	67
3.8.2. Esquema y funcionamiento básico de un Reactor Biológico Secuencial	67
Etapa de llenado	68
Etapa de reacción	68
Etapa de decantación	69
Etapa de vaciado	69
Etapa inactiva.....	69
3.8.3. Fundamentos de la eliminación biológica de nitrógeno en RBS	70
Desnitrificación preanóxica	71
Desnitrificación postanóxica.....	71
Nitrificación-desnitrificación durante el llenado	71
Nitrificación y desnitrificación simultáneas.....	71
3.8.4. Fundamentos de la eliminación biológica de fósforo en un RBS	72
Presencia de AGV en fases no aireadas	73
Concentración de nitratos durante el llenado.....	73
Control del oxígeno disuelto.....	74
Formación y características de un fango activado con capacidad para a EBIF en RBS	74
3.8.5. Ciclos aplicados en los RBS.....	75
Estrategias de operación para los RBS según objetivos de depuración	76
Ciclos para la eliminación de DBO y MES	76
Reactores biológicos secuenciales en Cataluña.....	77
Ciclos para eliminación de DBO y nitrógeno.....	79
Ciclos para la eliminación de DBO, MES y fósforo	79
Ciclos para la eliminación conjunta de DBO, MES, N y P	80
3.9. Microbiología de los fangos activados	90
3.9.1. Composición biótica del fango activado	90
Clasificación de los microorganismos del grupo 1 en los fangos activados	90
- Bacterias organotróficas aerobias	91
- Bacterias fermentativas	92
- Bacterias nitrificantes	93
- Bacterias desnitrificantes	93
- Microorganismos acumuladores de polifosfato	93
- Microorganismos oxidantes sulfuro-sulfito	93
- Bacterias reductoras de sulfato	94
Clasificación de los microorganismos del grupo 2 en los fangos activados	94
3.9.2. Uso del análisis de la microfauna como bioindicador en los procesos de tratamiento de ARU.....	95

Capítulo 4. Materiales y métodos 97

4.1. Lugar de estudio	
4.2. Descripción de las instalaciones utilizadas en este estudio.....	97
4.2.1. Toma e impulsión del ARU hacia el laboratorio.....	97
4.2.2. Descripción de las instalaciones previas al RBS.....	97
Primera fase experimental	98
Segunda fase experimental	100
- Diseño y montaje del prefermentador	100
- Montaje del depósito receptor de ARU prefermentada.....	100
4.2.3. Prototipo experimental del Reactor biológico	
Secuencial utilizado	104
Sistema de control y sensores	107
Mantenimiento de las instalaciones utilizadas	109
4.3. Variables medidas y métodos de análisis	110
4.3.1. Medidas físicas	110
Temperatura.....	110
Materia en suspensión	110
Materia en suspensión volátil.....	110
Índice volumétrico de fangos	111
4.3.2. Medidas químicas.....	111
Componentes inorgánicos	111
- pH.....	111
- Alcalinidad	111
- Potencial óxido-reducción	112
- Oxígeno disuelto	112
- Nitrógeno amoniacal	112
- Nitrito	112
- Nitrato.....	113
- Fósforo reactivo soluble	113
- Fósforo total	113
Componentes orgánicos	113
- Nitrógeno orgánico por el método Kjeldahl	113
- Demanda Química de Oxígeno.....	114
- DQO soluble.....	114
- Determinación de la concentración de ácidos grasos volátiles.....	114
- Potencial de ácidos grasos volátiles	115
· Muestreo de ARU y análisis previos	115
· Determinación del potencial AGV	115
- Fraccionamiento de la DQO	116
· Formación del inóculo para los ensayos de fraccionamiento.....	116
· Determinación de la DQOBT	117
· Cálculo de los volúmenes de ARU y LM utilizados para realizar la mezcla.....	118
· Disminución de la transferencia oxígeno entre el sistema y la atmósfera	119
· Determinación de la DQOFB y la DQOLB	121
4.3.3. Medidas biológicas	122
Velocidad de consumo de oxígeno del fango activado.....	122

Velocidad específica de consumo de oxígeno del

fango activado.....	122
Microbiología del fango activado.....	122
- Observaciones rutinarias al microscopio.....	122
- Estudios sistemáticos realizados en ambas fases experimentales.....	123
a) Estructura y morfología del flóculo	123
b) Conteo e identificación de microorganismos filamentosos.....	123
c) Conteo e identificación de protozoarios.....	129
d) Fotografías	130
e) Estimación de la diversidad específica de ciliados.....	128
4.4. Configuración del ciclo de tratamiento y condiciones de operación de cada fase experimental	131
4.4.1. Primera fase experimental.....	131
Consideraciones previas al diseño del ciclo	131
Configuración del ciclo de tratamiento	132
Puesta en marcha del reactor y periodo de formación de fango	133
Toma de muestras	134
4.4.2. Segunda fase experimental.....	136
Puesta en marcha, explotación y operación del fermentador	136
Seguimiento y estudio de las respuestas producidas por la fermentación en la secuencia de tratamiento estudiada.....	137
4.5. Métodos estadísticos.....	137

Capítulo 5. Caracterización físico-química del afluente en la primera fase experimental..... 140

5.1. Caracterización físico-química del ARU sometida a decantación primaria (estudio preliminar).....	139
5.1.1. Características generales	139
5.1.2. Caracterización de los componentes de los parámetros básicos de calidad	143
DQOs	143
Componentes del N	144
Comparación de los componentes de N obtenidos en el presente estudio y los obtenidos en Escaler (1997)	145
Componentes del P.....	146
5.2. Caracterización físico-química del ARU sin decantación primaria (primera fase experimental)	148
5.2.1. Características generales	148
5.2.2. Evolución temporal de los parámetros físico-químicos	152
Temperatura.....	152
MES	153
DQO	154
NT	156
PT.....	157
5.2.3. Caracterización de los componentes de los parámetros básicos de calidad	158

DQOs	159
Componentes del N	159
Componentes del P.....	160
5.3. Conclusiones.....	163
Capítulo 6. Aptitud del ARU para la EBIF en la primera fase experimental.....	165
6.1. Fraccionamiento de la DQO.....	166
6.1.1. Concentración de AGV en el ARU de la primera fase	171
6.1.2. Evolución temporal de las fracciones de DQO	174
6.2. Determinación del potencial de AGV de un agua residual urbana. Método de Lie y Welander (1997) modificado.....	174
6.2.1. Solubilización de N y P en las pruebas de potencial de AGV	180
6.2.2. Comportamiento del pH y la alcalinidad en las pruebas de potencial de AGV.....	182
6.3. Conclusiones.....	183
Capítulo 7. Fermentación primaria del afluente en la segunda fase experimental.....	187
7.1 Caracterización y seguimiento de los parámetros del prefermentador	187
7.1.1. Temperatura y potencial óxido-reducción.....	187
7.1.2. MES en el fango primario	189
7.2. Caracterización y seguimiento de los parámetros medidos en el afluente y efluente del prefermentador.....	189
7.2.1. MES afluente	190
7.2.2. MES efluente	191
7.2.3. DQO afluente.....	191
7.2.4. DQO efluente.....	192
7.2.5. DQOs en el afluente	192
7.2.6. DQOs efluente y solubilización de la DQO.....	193
7.2.7. AGV afluentes.....	195
7.2.8. AGV efluentes y producción de AGV	196
7.2.9. Solubilización de P	201
7.2.10. Solubilización de N	204
7.2.11. pH afluente	206
7.2.12. pH efluente	206
7.2.13. Alcalinidad afluente.....	208
7.2.14. Alcalinidad efluente.....	208
7.3. Conclusiones.....	210
Capítulo 8. Eliminación biológica de materia orgánica y nutrientes en ambas fases experimentales	213
8.1. Condiciones ambientales del RBS.....	214
8.1.1. Temperatura	214
8.1.2. Oxígeno disuelto en el LM.....	215

8.2. Rendimientos de eliminación de sólidos y materia orgánica.....	218
8.2.1. MES	219
Evolución temporal de la MES	220
8.2.2. DQO y DQOs.....	221
Evolución temporal de la DQO.....	223
8.3. Rendimientos de eliminación de nutrientes.....	225
8.3.1. Eliminación de NT.....	225
Evolución temporal del NT	226
8.3.2. Eliminación de PT.....	227
8.4. Comportamiento de los componentes del N y el P	232
8.5. Parámetros físicos del fango activado	236
8.5.1. Materia en suspensión volátil del líquido mezcla.....	236
8.5.2. Decantabilidad de los fangos activados	237
8.6. Carga másica	240
8.7. Caracterización microbiológica del fango activado	242
8.7.1. Microfauna del reactor biológico.....	242
Protozoarios flagelados.....	244
Protozoarios ciliados	246
Especies y géneros de ciliados encontrados en la primera fase experimental	247
- Especies y géneros de ciliados encontrados en la segunda fase experimental	248
Protozoarios ameboides	249
Metazoarios.....	251
8.7.2. Fotografías de la microfauna del fango activado.....	252
8.7.3. Estructura del flóculo	258
8.7.4. Caracterización de los microorganismos filamentosos.....	260
8.7.5. Fotografías de la microflora del fango activado.....	266
8.8. Velocidad absoluta y específica de consumo de oxígeno.....	270
8.9. Evolución de los nutrientes en el LM del ciclo de tratamiento.....	271
8.9.1. Especies de N y P en condiciones de óptimo funcionamiento (Primera fase experimental del Ciclo) ..	272
8.9.2. Variación de la DQO soluble en el LM durante las condiciones de óptimo funcionamiento.....	277
8.9.3. Velocidades de nitrificación y desnitrificación en los ciclos con alta carga orgánica	280
8.9.4. Variación de las especies de N y P dentro del reactor, en condiciones de baja carga orgánica o probable bulking viscoso.....	283
8.9.5. Variación de las especies de N y P dentro del reactor, en condiciones de prefermentación (segunda fase experimental del Ciclo).....	286
8.10. Alcalinidad y el pH en el estudio completo del ciclo.....	291
8.10.1. Evolución de la alcalinidad dentro del reactor	294
Alcalinidad en días de alta carga	295
Alcalinidad en días de baja carga	295
Alcalinidad en días con bulking viscoso.....	297
Alcalinidad en días con prefermentación	297
8.10.2. Comportamiento del pH.....	297

8.11. Conclusiones.....	299
Capítulo 9. Conclusiones finales.....	305
9.1. Recomendaciones.....	307
Capítulo 10. Referencias	309
Anexo 1. Pruebas de hipótesis estadísticas e intervalos de confianza	327
Anexo 2. <i>Fermentation of a low VFA wastewater in an activated primary tank</i>	333
Anexo 3. <i>Solubilisation and fermentation in a modified VFA-potential method</i>.....	345

ABREVIATURAS Y SIGLAS

1-LLA	Primera fase de llenado agitado sin aireación
1-LLA-ox	Primera fase de llenado agitado con aireación
2-LLA	Segunda fase llenado agitado sin aireación
2LLA-ox+RA-ox	Periodo de agitación-aireación largo
ACA	Agencia Catalana del Agua
AGV	Ácidos grasos volátiles
AGV-DQO	Concentración de AGV expresada en términos de DQO
Alc	alcalinidad
ASM1	Activated Sludge Model No. 1
ASM2	Activated Sludge Model No. 2
ARD	Agua residual doméstica
ARU	Agua residual urbana
ARUpf	Agua residual urbana prefermentada
CP	Consumo de fósforo
cv	coeficiente de variación
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DBO ₅	Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días
DN	Desnitrificación
DQO	Demanda química de oxígeno
DQO AF	DQO afluente
DQO EF	DQO efluente
DQOBT	DQO biodegradable total
DQONBT	DQO no biodegradable total
DQOFB	DQO fácilmente biodegradable
DQOLB	DQO lentamente biodegradable
DQOLH	DQO lentamente hidrolizable
DQONBp	DQO no biodegradable particulada
DQONBs	DQO no biodegradable soluble
DQOp	DQO particulada
DQORH	DQO rápidamente hidrolizable
DQOs	DQO soluble
DQOvs	DQO verdaderamente soluble
DQOvsaf	DQO verdaderamente soluble afluente
DQOvsef	DQO verdaderamente soluble efluente
DTeO	Demanda teórica de oxígeno
EBIF	Eliminación biológica incrementada de fósforo
EBN	Eliminación biológica de nutrientes
EDAR	Estación depuradora de aguas residuales
F/M	Carga másica
fav	Fracción activa de la MESV
fmp	Fuerza motriz protónica
GDS	Grado de solubilización
GFA	Grado de fermentación acidogénica
H	Diversidad específica
hab-eq	Habitantes equivalentes
IAWQ	<i>International Association on Water Quality</i>
IVF	Índice volumétrico de fango

LLE	Llenado estático
LM	Líquido mezcla
LP	Liberación de fósforo
MDT	Materia disuelta total
MES	Materia en suspensión
MESV	Materia en suspensión volátil
MESLM	MES del LM
MESVLM	MESV del líquido mezcla
MO	Materia orgánica
mo	Microorganismos
N	Nitrógeno
n	número de muestras
N ₂	Nitrógeno gas
NDS	Nitrificación desnitrificación simultánea
NKT	N Kjeldahl
N-NH ₄ ⁺	Nitrógeno amoniacal
N-NO ₂ ⁻	Nitrógeno en forma de nitrito
N-NO ₃ ⁻	Nitrógeno en forma de nitrato
N-NO _x	Nitrógeno oxidado
NO ₃ ⁻ +NO ₂ ⁻	Suma de nitratos y nitritos
N-org	Nitrógeno orgánico
NT	Nitrógeno total
NT-EF	NT efluente
NUR	Velocidad de utilización del nitrato
OAF	Organismos acumuladores de fósforo
OAFDN	Organismos acumuladores de fósforo desnitrificantes
OD	Oxígeno disuelto
OnAF	Organismos no acumuladores de fósforo
ORP	Potencial oxido-reducción
OUR	Velocidad de utilización de oxígeno (<i>Oxygen Uptake Rate</i>)
P	Fósforo
P-asimilado	Fósforo asimilado
PHA	polihidroxiacanoato
PHB	polihidroxi butirato
PHV	polihidroxi valerato
P-liberado	Fósforo liberado
POD	Fósforo orgánico disuelto
POP	Fósforo orgánico particulado
P-org	Fósforo orgánico total
Postanox	Fase Postanóxica
Potencial de AGV	Potencial de ácidos grasos volátiles
P-PO ₄	Ortofosfato
PP	Polifosfato
PRS	Fósforo reactivo soluble
PT	Fósforo total
PT-EF	PT efluente
RBS	Reactor biológico secuencial
S	Substrato
s	Desviación típica
SOUR	Velocidad específica de utilización de oxígeno (<i>Specific Oxygen Uptake Rate</i>)

TbOD	Demanda total de oxígeno
TRH	Tiempo de retención hidráulico
TPA	Tanque primario activado
TRS	Tiempo de retención de sólidos
TRSa	Tiempo aeróbico de retención de sólidos
$\hat{\mu}_H$	Velocidad máxima de crecimiento específico de los heterótrofos.
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor</i>
UCT	Proceso desarrollado en la <i>University of Cape Town</i>
V_{30}	Volumen de fango decantado después de 30 minutos.
V_{ARU}	Volumen de agua residual urbana
VECP	Velocidad específica de consumo de fósforo
VEDN	Velocidad específica de DN
VEN	Velocidad específica de nitrificación
VELP	Velocidad específica de LP
V_{DN}	Velocidad de desnitrificación
VIP	<i>Virginia Initiative Plant</i>
V_{LM}	Volumen de líquido mezcla
V_{RU}	Volumen de reactor útil
X	Biomasa
X_v	MESV del LM usado como inóculo en la DQO fraccionada