



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
“FEDERICO II”
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS
OF PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT
PLANT

Relatori:

Ch.mo Prof.

Pirozzi Francesco

Ch.ma Prof.ssa

Del Castillo Isabel

Candidato:

Liguori Alessia

Matr. M67/372



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

SOMMARIO

- ❖ **PREMESSA: OBIETTIVO DELLA TESI**
- ❖ **INTRODUZIONE: I MODELLI MATEMATICI**
- ❖ **L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)**
- ❖ **IL SOFTWARE BIOWIN**
- ❖ **CALIBRAZIONE E VALIDAZIONE DEL MODELLO**
- ❖ **CONFRONTO DEI RISULTATI CON IL MODELLO PGM2**
- ❖ **PROCEDURA DI SIMULAZIONE E RISULTATI OTTENUTI**
- ❖ **CONCLUSIONI**



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

OBIETTIVO DELLA TESI

- **CALIBRAZIONE MODELLO MATEMATICO ASDM**
 - **VALIDAZIONE DEL MODELLO**
- **CONFRONTO RISULTATI VALIDAZIONE MODELLO ASDM
CON RISULTATI DEL MODELLO PGM2**
- **TEST DEL MODELLO IN CONDIZIONI DIVERSE DA
QUELLE REALI**



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

-PREVEDERE LA
QUALITA'
DELL'EFFLUENT
E

-DIAGNOSI,
PROIEZIONI,
TEST DI
MODIFICHE
NELLE
OPERAZIONI

-TESTARE
SOLUZIONI
ANCHE SE
L'IMPIANTO
NON ESISTE

-OTTIMIZZARE
LA
CONFIGUAZIONE
E IL
FUNZIONAMENTO
DELL'IMPIANTO

VANTAGGI

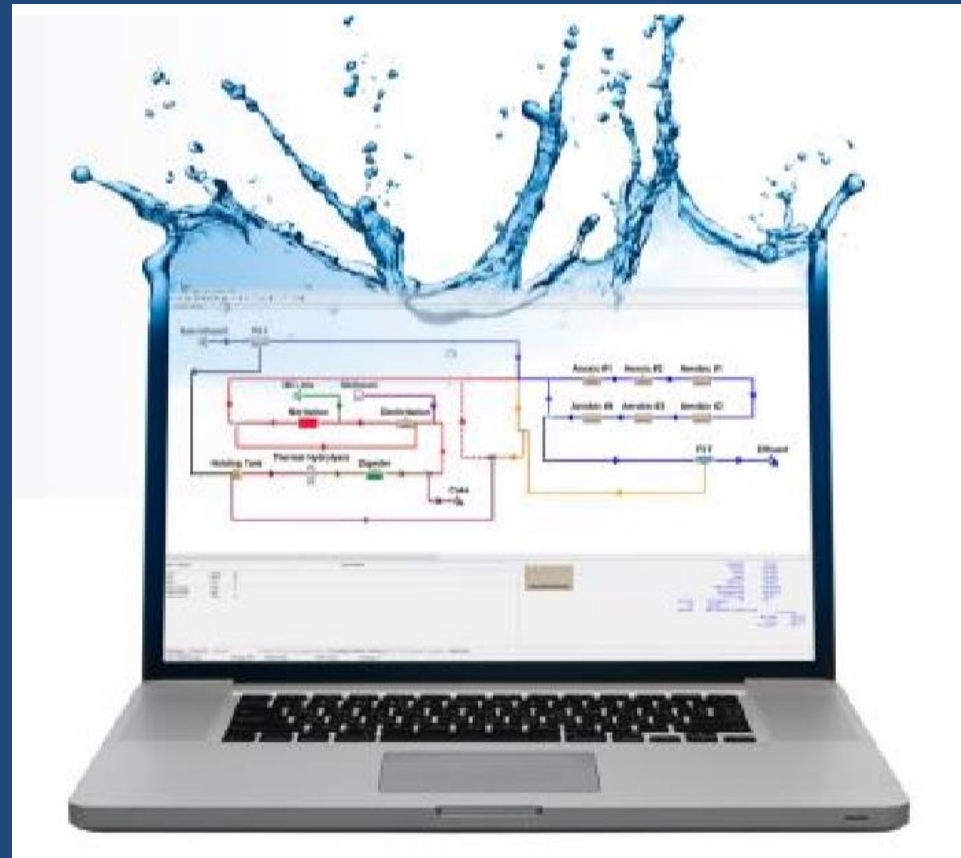
-ALTO
LIVELLO DI
FORMAZIONE
PER GLI
UTENTI

-CALIBRAZIONE
DELL'IMPIANTO

-MODIFICA
DEI MODELLI
PER ACQUE
INDUSTRIALI

LIMITAZIONI

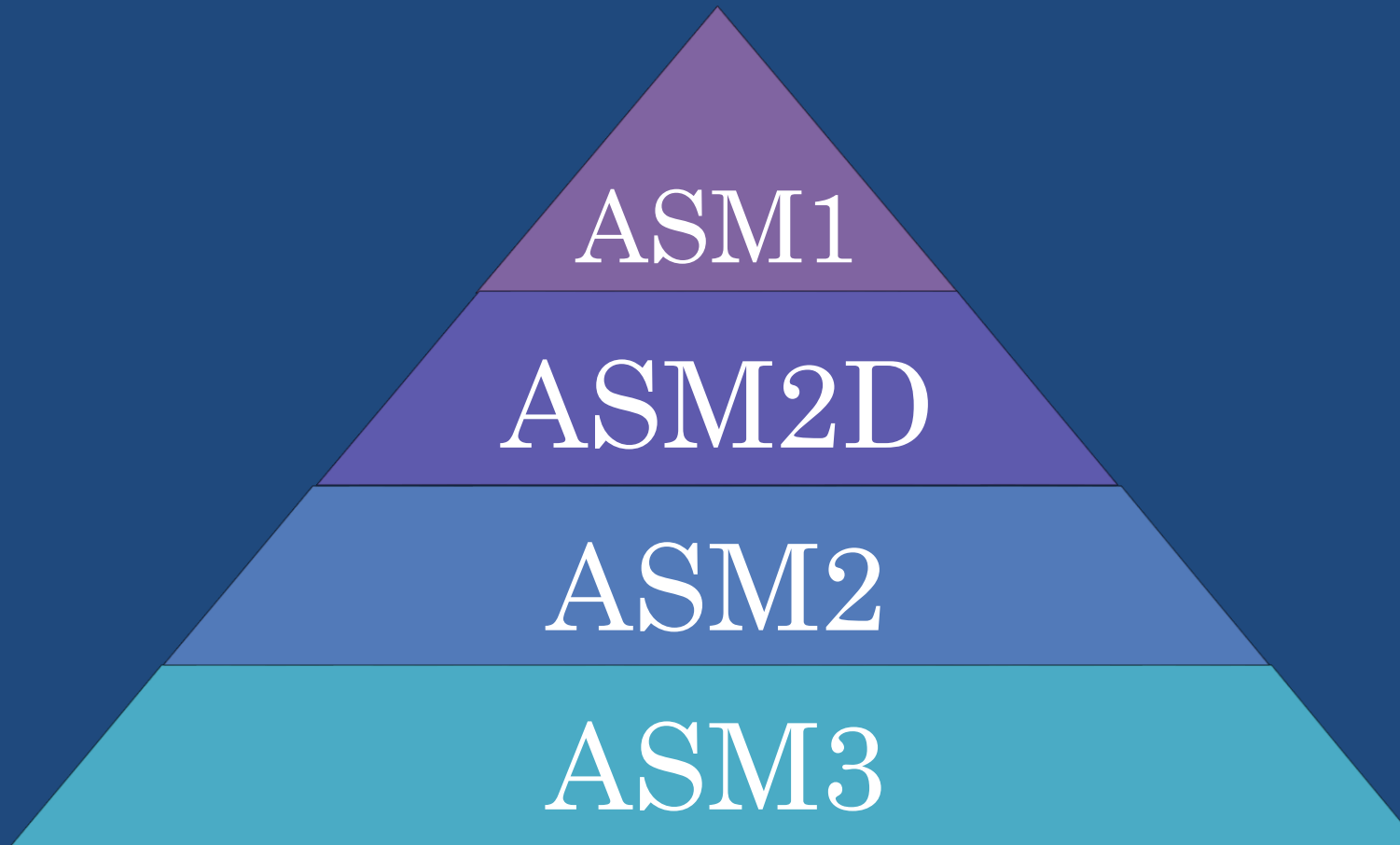
INTRODUZIONE: I MODELLI MATEMATICI





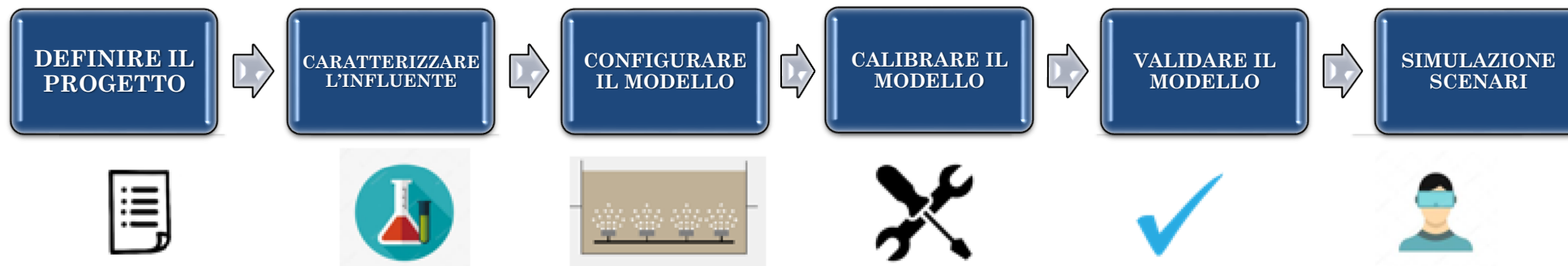
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

INTRODUZIONE: I MODELLI MATEMATICI





Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**





Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

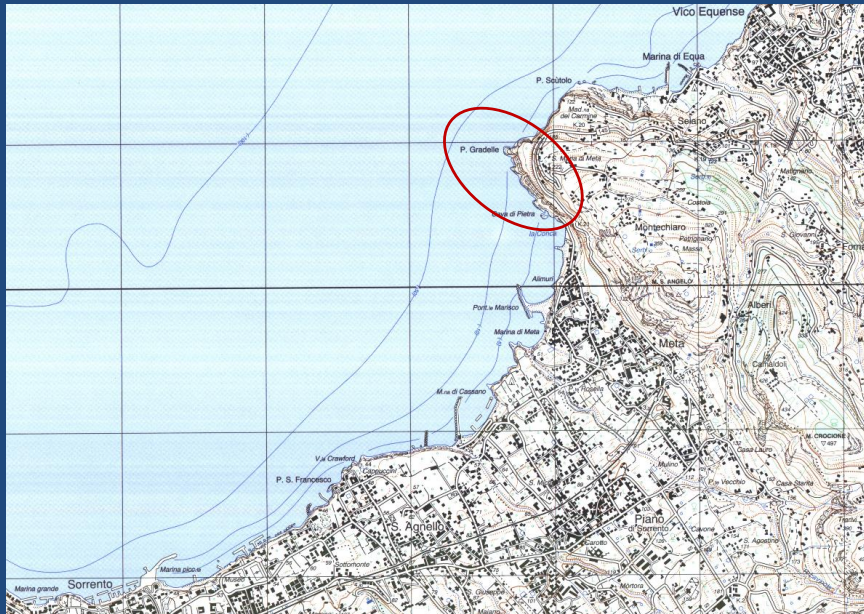
DEFINIRE IL PROGETTO:
L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA
GRADELLE (NA)





Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

DEFINIRE IL PROGETTO:
L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA
GRADELLE (NA)
LOCALIZZAZIONE





Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)

DATI DI PROGETTO: POPOLAZIONE SERVITA

MUNICIPALITY (ISTAT DATA)	RESIDENTS	TOURIST FLUCTUATING	INDUSTRIAL	OIL ACTIVITY	A.E. TOTAL
Meta	7622	1760	1392		10774
Piano di Sorrento	12763	2849	3743	6500	19335
S. Agnello	8496	1186	1433	3500	11115
Sorrento	17352	26412	6965		50729
Vico Equense	20242	6721	8332		35295
Total	66455	38928	21865	10000	137248



L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)

DATI DI PROGETTO: PORTATE DI PROGETTO

	U.M.	Estate	Inverno
Portata media nera - Q_{mn}	m ³ /h	1,310	878
Portata di punta nera - $Q_{pn} \sim 1.57 * Q_{mn}$	m ³ /h	2,056	1,401
Portata massima al biologico - $Q_{pb} = 2 * Q_{mn}$	m ³ /h	2,620	1,756
Portata di punta di pioggia trattata in impianto $Q_{pp} = 5 Q_{mn}$	m ³ /h	6,550	4,390
Portata di punta di pioggia in arrivo all'impianto $Q_{ppp} = 15 * Q_{mn}$	m ³ /h	20.000	13,170



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)

DATI DI PROGETTO: REFLUO INFLUENTE

	ESTATE		INVERNO	
	[mg/L]	[kg/d]	[mg/L]	[kg/d]
COD	595	18.707	570	12,011
BOD ₅	297	9.338	285	6,005
TKN	59	1.855	57	1,201
Solidi Sospesi	446	14.022	429	9,040
Fosforo totale	10	314	9.5	200



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)



VANTAGGI

- riduzione dei volumi ossidativi
- consente di lavorare con concentrazioni di fango maggiori, in fase ossidativa, (12 kg di fango al m³ contro 3,00÷4,50 kg di fango al m³ dei fanghi attivi)
- eliminazione sedimentazione finale
- l'eliminazione dei trattamenti terziari per il riutilizzo delle acque,
- ridurre notevolmente la fase di disinfezione finale con raggi U.V.

**R
E
A
T
T
O
R
I

M
B
R**



L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)

SCHEMA DEL COMPARTO BIOLOGICO E VOLUMI DELLE VASCHE

1 DE-PHOSPHATING ANAEROBIC REACTOR - BIO-P TANK:

$V=243 \text{ M3}$

3.ANAEROBIC OR ANOXIC DENITRIFICATION REACTOR- BIO-
P/DN TANK:

$V=209 \text{ M3}$

4.ANOXIC DENITRIFICATION REACTOR-DN TANK :

$V=544 \text{ M3}$

5.ANOXIC REACTOR FOR DENITRIFICATION OR AEROBIC
REACTOR FOR NITRIFICATION-OXIDATION - DN/OX TANK :

$V=266 \text{ M3}$

6.AEROBIC REACTOR OF NITRIFICATION AND OXIDATION - OX
TANK

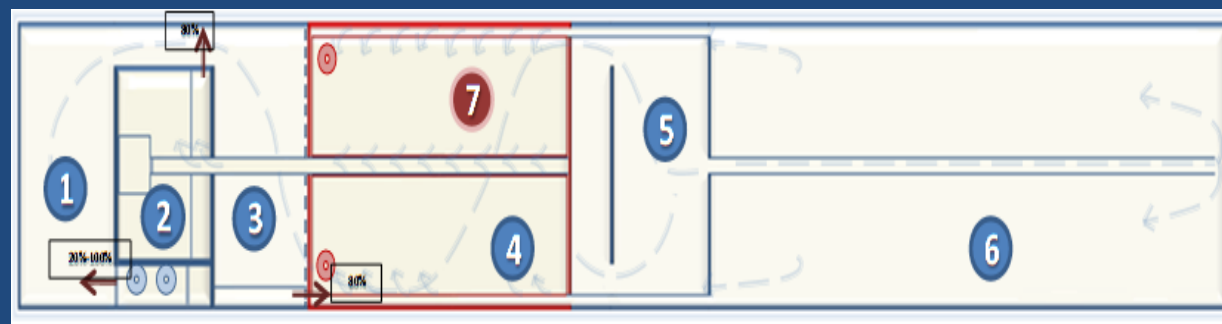
$V=1220 \text{ M3}$

7.AEROBIC REACTOR FOR NITRIFICATION, OXIDATION AND
ULTRAFILTRATION - MBR TANK :

$V=258 \text{ M3}$

2.DE- OXIGENATION ANOXIC REACTOR - DE-OX TANK:

$V=208 \text{ M3}$





Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

L'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PUNTA GRADELLE (NA)

II MODELLO PGM2



**MODELLO MATEMATICO SVILUPPATO PER SIMULARE IL FUNZIONAMENTO
DELL'IMPIANTO DI PUNTA GRADELLE**



**ASM1
ASM3**

Lu et Al.



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

ACTIVATED SLUDGE MODELS E REATTORI MBR

- ELEVATA CONCENTRAZIONE BIOMASSA**
- ELEVATA ETA' DEL FANGO**
- BASSO FATTORE DI CARICO**



**ALTERNANZA DI PERIODI DI
ABBONDANZA E CARESTIA DI
NUTRIENTI**



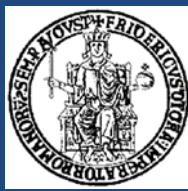
- STOCCAGGIO, DA PARTE DEGLI
ETEROTROFI, DI SOSTANZA ORGANICA
NEI PERIODI DI ABBONDANZA**
- FORMAZIONE DI SMP**



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

IL SOFTWARE BIOWIN





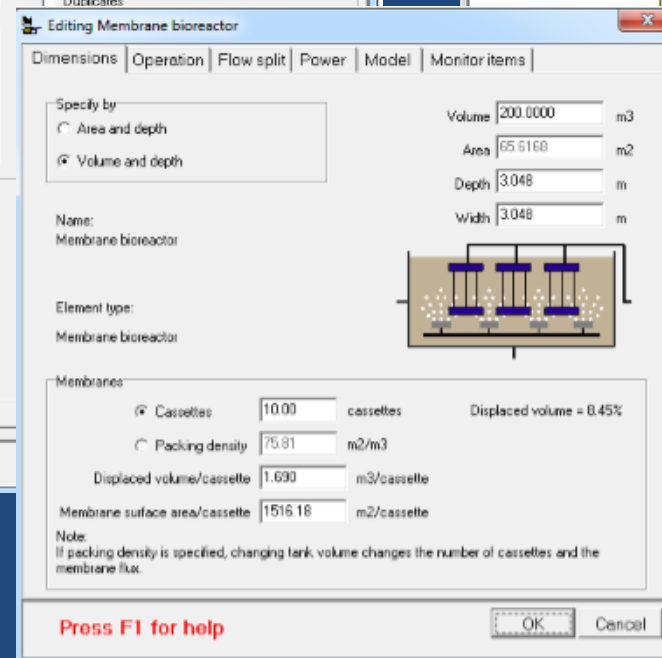
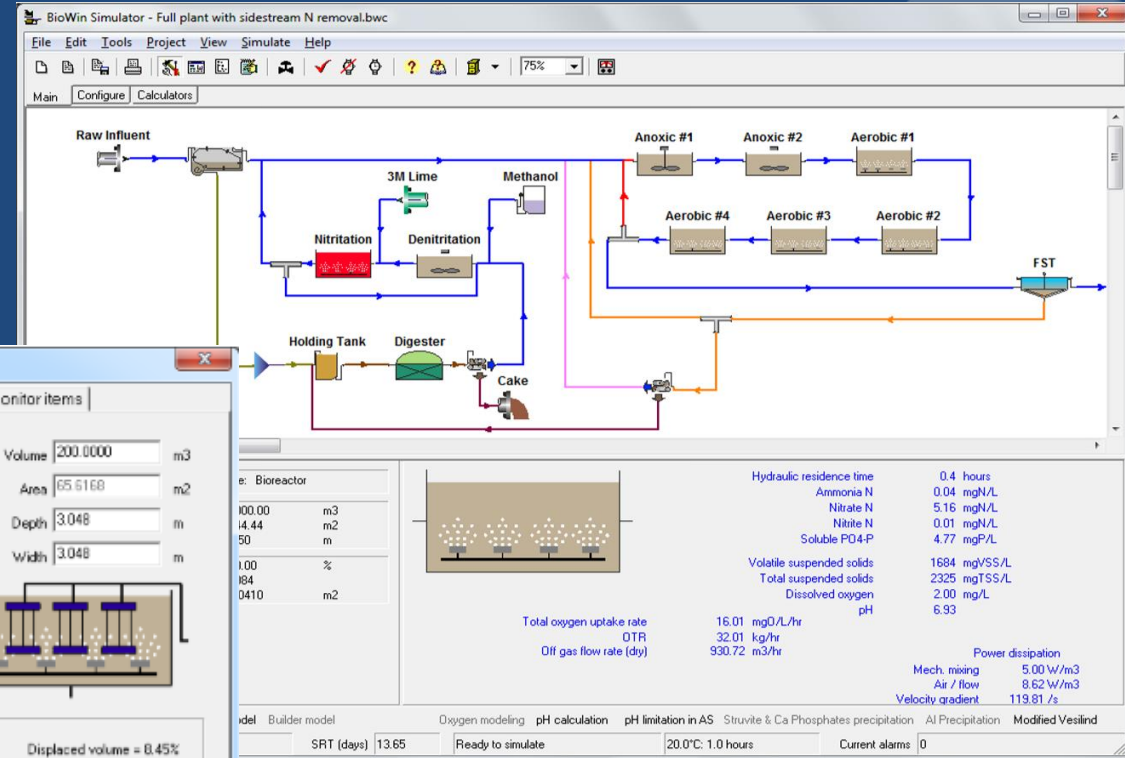
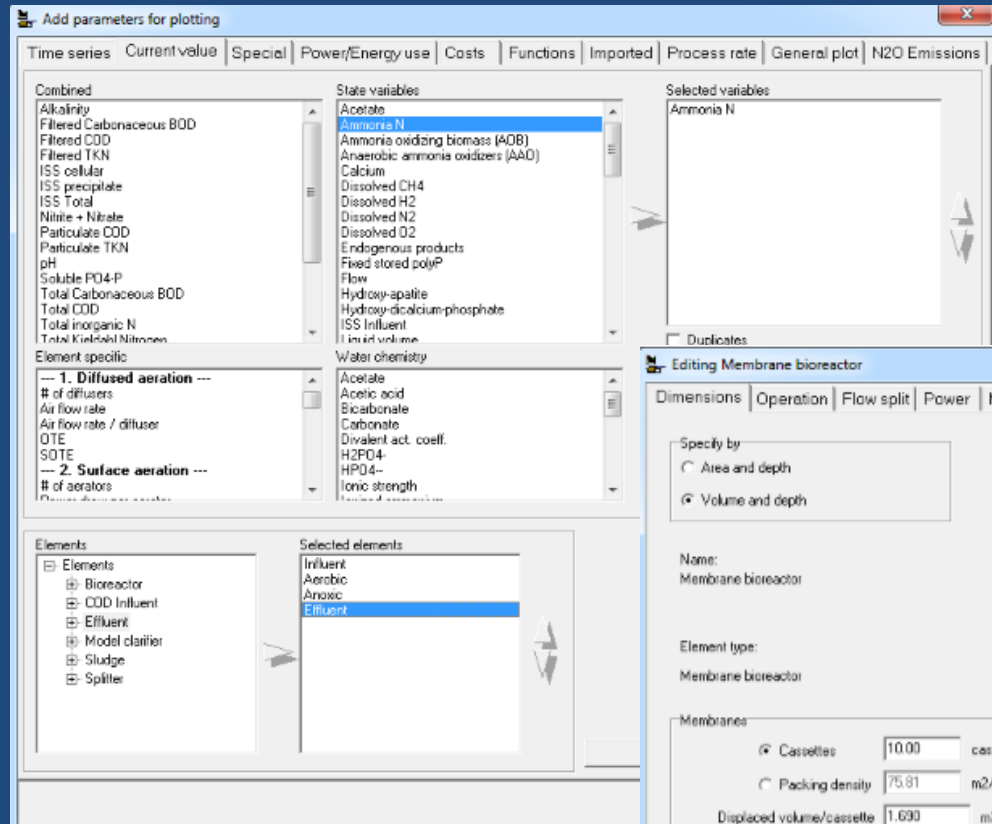
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT



IL SOFTWARE BIOWIN





Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

II MODELLO BIOWIN ASDM



MODELLO MATEMATICO SVILUPPATO PER SIMULARE IL FUNZIONAMENTO
DELL'IMPIANTO DI PUNTA GRADELLE

ASM2D



TUDP.



II MODELLO BIOWIN ASDM: COMPONENTI

- **BIOMASSA AUTOTROFA;**
- **BIOMASSA ETEROTROFA;**
- **PHOSPH. ACCUMULATING ORGANISMS (PAO);**
- **MATERIA ORGANICA INTRACELLULARE;**
- **SOSTANZA SOLUBILE RAPIDAMENTE BIODEGRADABILE;**
- **SOSTANZA SOLUBILE LENTAMENTE BIODEGRADABILE;**
- **SOSTANZA SOLUBILE NON BIODEGRADABILE;**
- **SOSTANZA PARTICOLATA NON BIODEGRADABILE;**

SOLIDI SOSPESI VOLATILI

AZOTO AMMONIACALE;

NITRITI E NITRATI;

AZOTO GASSOSO;

FOSFORO TOTALE

OSSIGENO

SOLIDI SOSPESI TOTALI

ALCALINITÀ

CALCIO

MAGNESIO

PH



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

II MODELLO BIOWIN ASDM:

PROCESSI

- **Crescita e decadimento di organismi eterotrofi ordinari (OHO)**
- **Crescita e decadimento dei metilotrofi;**
- **Idrolisi, Adsorbimento, Ammonificazione e Denitrificazione
Assimilativa Crescita e Decadimento di Biomassa Ossidante
dell'Ammoniaca (AOB);**
- **Crescita e degradazione di biomassa ossidante nitriti (NOB);**
- **Crescita e decadimento degli ossidatori di ammoniaca in
condizioni anaerobiche (AAO);**
- **Crescita e decadimento degli organismi che accumulano il
fosforo.**



CALIBRAZIONE: PARAMETRI CINETICI

Common	Default	Value	Arrhenius
Hydrolysis rate [1/d]	2,1	4	1,029
Hydrolysis half sat. [-]	0,06	0,09	1
Anoxic hydrolysis factor [-]	0,28	0,28	1
Anaerobic hydrolysis factor (AS) [-]	0,04	0,04	1
Anaerobic hydrolysis factor (AD) [-]	0,5	0,5	1
Adsorption rate of colloids [L/(mgCOD d)]	0,15	0,15	1,029
Ammonification rate [L/(mgCOD d)]	0,08	0,08	1,029
Assimilative nitrate/nitrite reduction rate [1/d]	0,5	0,5	1
Endogenous products decay rate [1/d]	0	0	1

AOB	Default	Value	Arrhenius
Max. spec. growth rate [1/d]	0,9	0,7	1,072
Substrate (NH ₄) half sat. [mgN/L]	0,7	1	1
Byproduct NH ₄ logistic slope [-]	50	50	1
Byproduct NH ₄ inflection point [mgN/L]	1,4	1,4	1
AOB denite DO half sat. [mg/L]	0,1	0,1	1
AOB denite HNO ₂ half sat. [mgN/L]	5,00E-06	5,00E-06	1
Aerobic decay rate [1/d]	0,17	0,25	1,029
Anoxic/anaerobic decay rate [1/d]	0,08	0,08	1,029
KiHNO ₂ [mmol/L]	0,005	0,005	1

NOB	Default	Value	Arrhenius
Max. spec. growth rate [1/d]	0,7	0,6	1,06
Substrate (NO ₂) half sat. [mgN/L]	0,1	0,08	1
Aerobic decay rate [1/d]	0,17	0,17	1,029
Anoxic/anaerobic decay rate [1/d]	0,08	0,08	1,029
KiNH ₃ [mmol/L]	0,075	0,075	1

OHO	Default	Value	Arrhenius
Max. spec. growth rate [1/d] it has been seen that	3,2	3,2	1,029
Substrate half sat. [mgCOD/L]	5	5	1
Anoxic growth factor [-]	0,5	0,5	1
Denite N ₂ producers (NO ₃ or NO ₂) [-]	0,5	0,7	1
Aerobic decay rate [1/d]	0,62	0,4	1,029
Anoxic decay rate [1/d]	0,233	0,15	1,029
Anaerobic decay rate [1/d]	0,131	0,131	1,029
Fermentation rate [1/d]	1,6	1,6	1,029
Fermentation half sat. [mgCOD/L]	5	5	1
Fermentation growth factor (AS) [-]	0,25	0,25	1
Free nitrous acid inhibition [mol/L]	1,00E-07	1,00E-07	1



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

CALIBRAZIONE: PARAMETRI STECHIOMETRICI

OHO	Default	Value	AOB	Default	Value
Yield (aerobic) [-]	0,666	0,8	Yield [mgCOD/mgN]	0,15	0,3



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

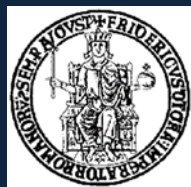
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

CALIBRAZIONE:

SCELTA DEL PERIODO DI RIFERIMENTO

SELEZIONE DEL PERIODO ➡ **PERIODO
STABILE**

**ELABORAZIONE STATISTICA
DEI DATI** ➡ **ELIMINAZIONE
OUTLIERS**



CALIBRAZIONE: PARAMETRI MISURATI

- **CODin-CODout [mgO₂ / l];**
- **BODin-BODout [mg O₂ / l];**
- **N-NH₄in-N-NH₄out [mg N-NH₄ + / l];**
- **N-NO₃in-N-NO₃out [mg N-NO₃- / l];**
- **TSSin-TSSout [mg SS / l];**
- **TNin -TNout [mg N / l];**
- **TKNin -TKNout [mgN / l];**
- **Ptotin -Ptotout [mgP / l].**



CALIBRAZIONE: PERIODO DI RIFERIMENTO

INPUT	JULY	AUGUST	SEPTEMBER
Flow [m3/d]	13781	14715	15853
pH	7,17	7,05	7,05
COD[mg O2/L]	523,7	548,1	543,5
BOD [mg O2/L]	143,3	169,5	142,5
NO3 [mg N - NO3/L]	0,6	0,4	0,4
NH4 [mg N - NH4+/L]	53,87	47,88	44,62
TKN [mg N/L]	55,7	49,9	46,6
TN [mg N/L]	56,7	50,95	38,2
TSS [mg SS/L]	363,2	444,5	462,8
Ptot [mg P/L]	6,5	6,1	5



	Average INPUT values	Average OUTPUT values
FLOW [m3/d]	3670	3670
COD[mg O2/L]	538,45	20,08
BOD [mg O2/L]	151,78	7,60
NO3 [mg N - NO3/L]	0,47	4,74
NH4 [mg N - NH4+/L]	48,80	2,75
TKN [mg N/L]	50,76	3,88
TN [mg N/L]	48,62	8,52
TSS [mg SS/L]	423,53	4,85
Total P	6,09	0,89



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
**SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT**

CALIBRAZIONE: FRAZIONAMENTO DEL COD

INFLUENTE							EFFLUENTE		
Portat a m ³ /h	COD mg/L	TKN mg/L	SS mg/L	X _s mg/L	X _i mg/L	S _i mg/L	COD mg/L	TKN mg/L	NH ₄ mg/L
363	764	57	382	351	15	15	15.4	7.4	0.4
							14.0	7.6	0.3

Si [mg/L]	15,28	
Ss [mg/L]	151	BOD5
Xs [mg/L]	351,44	
Xi [mg/L]	15,28	
S [mg/L]	166,28	
X [mg/L]	366,72	
X+S [mg/L]	533	COD tot
TSS[mg/L]	423	
VSS [mg/L]	389,16	
Biomass volatile fraction	0,92	
ISS [mg/L]	33,84	



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

TESI DI LAUREA

SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

Measurements	Value	Unit
Main influent concentrations		
Flow	5200,6	mgd or m3/d
Total COD	575,6	mgCOD/L
Total Kjeldahl Nitrogen	59,2	mgN/L
Total P	11,2	mgP/L
Other influent concentrations		
Nitrate N	0,8	mgN/L
pH	7,7	
Alkalinity (CaCO3 equivalent)	300,0	mgCaCO3/L
Calcium	80,0	mg/L
Magnesium	15,0	mg/L
Dissolved oxygen	0,0	mgO2/L



Le frazioni influenti di COD sono state determinate introducendo le seguenti misure di input:

Ulteriore controllo su alcuni valori influenti tra i valori misurati, inseriti nella prima fase e i valori calcolati:

Influent values	Measured (From Step 1)	Calculated (Based on fractions above)	Match Status
CODt	538		
Soluble COD (GFC)	215	203	Acceptable
FF COD	126	126	Excellent
cBOD5	152	174	Acceptable
fcBOD5 (GFC)	124	124	Excellent
VSS	390	396	Acceptable
TSS	424	430	Acceptable



Con questi dati sono state determinate le altre misurazioni come mostrato di seguito:

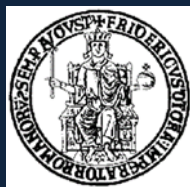
Other measurements						
Effluent filtered COD	30,0	mgCOD/L	→	Fus	0,05	- 0.05 - 0.10
Influent filtered COD (GFC)	215,0	mgCOD/L	→	CODp	323,5	mgCOD/L
Influent FF COD	126,0	mgCOD/L	→	Fbs	0,18	- 0.20 - 0.35
Influent acetate	10,0	mgCOD/L	→	Fac	0,10	- 0.0 - 0.3
Influent ammonia	38,1	mgN/L	→	Fna	0,75	- 0.60 - 0.85
Influent ortho-phosphate	4,0	mgP/L	→	Fpo4	0,66	- 0.5 - 0.8
Influent carbonaceous BOD5	152,0	mgO2/L	→	COD/BOD5	3,54	- 1.8 - 2.0
Influent filtered cBOD5 (GFC)	124,0	mgO2/L				
Influent VSS	389,6	mgVSS/L	→	Fcv	0,83	mgCODp/mgVSS 1.5 - 1.7
Influent TSS	423,5	mgTSS/L	→	ISS	33,9	mgISS/L 10 - 20

Controllo per alcuni di questi valori



Influent COD fractions	Default	Estimate	Notes
Fbs	0,270	0,181	from Step 1
Fus	0,080	0,053	from Step 1
Fup	0,080	0,130	affects BOD, VSS
Fzbh	0,010	0,010	from separate method
Fxs	0,560	0,626	by difference (must be > 0!!)
Fxsp	0,500	0,650	affects VSS, scale: 0 to 1





SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

COD Influent data

Name	Value
Flow	3670
Total COD mg/L	538,45
Total Kjeldahl Nitrogen mgN/L	50,76
Total P mgP/L	10
Nitrate N mgN/L	0,47
pH	7,3
Alkalinity mmol/L	6
Inorganic S.S. mgTSS/L	127,1
Calcium mg/L	80
Magnesium mg/L	15
Dissolved oxygen mg/L	0

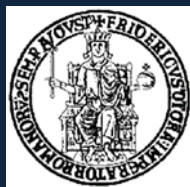
Last two values in:

Project→Parameters→Stoichiometric→Common

Particulate substrate COD:VSS ratio	1,09
Particulate inert COD:VSS ratio	1,09

COD Influent fractions

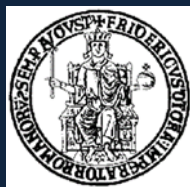
Name	Settled defaults	Value
Fbs - Readily biodegradable (including Acetate) [gCOD/g of total COD]	0,27	0,181
Fac - Acetate [gCOD/g of readily biodegradable COD]	0,15	0,100
Fxsp - Non-colloidal slowly biodegradable [gCOD/g of slowly degradable C]	0,5	0,750
Fus - Unbiodegradable soluble [gCOD/g of total COD]	0,08	0,053
Fup - Unbiodegradable particulate [gCOD/g of total COD]	0,08	0,130
Fna - Ammonia [gNH3-N/gTKN]	0,75	0,750
Fnox - Particulate organic nitrogen [gN/g Organic N]	0,25	0,250
Fnus - Soluble unbiodegradable TKN [gN/gTKN]	0,02	0,020
FupN - N:COD ratio for unbiodegradable part. COD [gN/gCOD]	0,035	0,035
Fpo4 - Phosphate [gPO4-P/gTP]	0,75	0,656
FupP - P:COD ratio for influent unbiodegradable part. COD [gP/gCOD]	0,011	0,011
FZbh - Non-poly-P heterotrophs [gCOD/g of total COD]	0,01	0,0100
FZbm - Anoxic methanol utilizers [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZaob - Ammonia oxidizers [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZnob - Nitrite oxidizers [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZamob - Anaerobic ammonia oxidizers [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZbp - PAOs [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZbpa - Propionic acetogens [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZbam - Acetoclastic methanogens [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZbhm - H2-utilizing methanogens [gCOD/g of total COD]	1,00E-04	0,0001
FZe - Endogenous products COD fraction [gCOD/g of total COD]	0,00	0,0000



CALIBRAZIONE:

RISULTATI

	COD[mg O₂/L]	NO₃ [mg N - NO₃/L]	NH₄ [mg N - NH₄⁺/L]	TKN [mg N/L]	TN [mg N/L]
LINE 1	23,68	4,64	0,41	1,78	6,52
LINE 2	24,03	4,73	0,26	1,61	6,39
LINE 3	23,6	7,82	0,31	1,74	9,62
LINE 4	23,74	9,56	0,18	1,58	11,17
AVERAGE	23,76	6,68	0,29	1,67	8,42



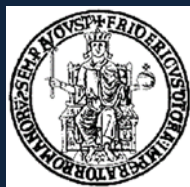
CALIBRAZIONE: RISULTATI

ASDM MODEL:

	COD[mg O₂/L]	NO₃ [mg N - NO₃/L]	NH₄ [mg N - NH₄+/L]	TKN [mg N/L]	TN [mg N/L]
LINE 1	23,68	4,64	0,41	1,78	6,52
LINE 2	24,03	4,73	0,26	1,61	6,39
LINE 3	23,6	7,82	0,31	1,74	9,62
LINE 4	23,74	9,56	0,18	1,58	11,17
AVERAGE	23,76	6,68	0,29	1,67	8,42

VALORI MEDI DI USCITA MISURATI PER I MESI DI LUGLIO, AGOSTO E SETTEMBRE:

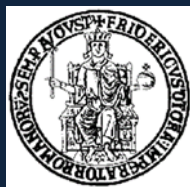
	COD [mg O₂/L]	BOD [mg O₂/L]	NO₃ [mg N - NO₃/L]	NH₄ [mg N - NH₄+/L]	TKN [mg N/L]	TN [mg N/L]	TSS [mg SS/L]
AVERAGE	20,08	7,6	4,74	2,75	3,88	8,52	4,85



VALIDAZIONE:

PERIOD	Q _{m,n} [m ³ /d]	COD [mgO ₂ /L]	TKN	N-NH ₄
January 2018	2172	764	57	-

PERIOD	Q _{m,n} [m ³ /h]	COD [mgO ₂ /L]	TKN [mg/L]	N-NH ₄ [mg/L]
January 2018	2172	21,3	7,9	1,6

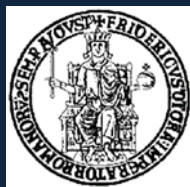


PROCEDURA DI VALIDAZIONE E RISULTATI:

1- VAL-1 Serbatoio DN-OX: Denitrificazione.

2- VAL-2 Serbatoio DN-OX: Nitrificazione

	Total COD [mg/L]	TKN [mgN/L]	Total N [mgN/L]	NH4 [mgN/L]	SST (MBR)	Sludge
LINE 3	24,33	2,41	7,45	0,64	7313	4,50%
LINE 4	25,13	2,11	7,72	0,45	8399	5,50%



PROCEDURA DI VALIDAZIONE E RISULTATI:

MODELLO ASDM

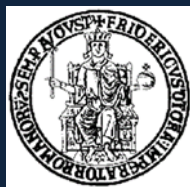
	Total COD [mg/L]	TKN [mgN/L]	Total N [mgN/L]	NH ₄ [mgN/L]	SST (MBR)	Sludge
VAL 1	24,33	2,41	7,45	0,64	7313	4,50%
VAL 2	25,13	2,11	7,72	0,45	8399	5,50%

MODELLO PGM2

	COD [mg/L]	TKN [mg/L]	NH ₄ [mg/L]
VAL1	15.4	7.4	0.4
VAL2	14.0	7.6	0.3

VALORI MISURATI DURANTE IL PERIODO 17-19 GENNAIO 2018

	COD	TN	NH ₄
	30,0	5,0	1,7
	16,0	9,2	1,4
	18,0	9,6	1,7
AVERAGE	21,3	7,9	1,6



PROCEDURA DI SIMULAZIONE E RISULTATI OTTENUTI:

CONDIZIONI OPERATIVE

		Q [m ³ /h]	COD [mg/L]	TKN [mg/L]
P.E.	PROGETTO ESTIVA	1310	595	59
P.I.	PROGETTO INVERNO	878	570	57
P.E.M	PROGETTO ESTIVA MODIFICATA	1310	764	59
P.I.M.	PROGETTO INVERNO MODIFICATA	878	764	57



PROCEDURA DI SIMULAZIONE E RISULTATI OTTENUTI:

CONDIZIONI OPERATIVE

OGNI SIMULAZIONE VIENE EFFETTUATA DUE VOLTE:

SIM 1		
	DENITRIFICATION VOLUMES	DN, DN/OX
	NITRIFICATION VOLUMES	OX, MBR
SIM2		
	DENITRIFICATION VOLUMES	DN
	NITRIFICATION VOLUMES	DN/OX, OX, MBR



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
TESI DI LAUREA
SIMULATION STUDY USING MATHEMATICAL MODELS OF
PUNTA GRADELLE'S WASTEWATER TREATMENT PLANT

PROCEDURA DI SIMULAZIONE E RISULTATI OTTENUTI:

RISULTATI

PROGETTO ESTIVA

	Total COD [mg/L]	TKN	TN [mgN/L]	N-NH4 [mgN/L]	N-NO3 [mgN/L]	N-NO2 [mgN/L]	Xbio [mg/L]	Sludge- %CODinf
SIM_1	30,88	2,51	8,86	0,9	5,35	0,99	10745,73	4
SIM_2	30,24	2,5	10,87	0,92	8,19	0,17	10681	4

PROGETTO ESTIVA MODIFICATA

	Total COD [mg/L]	TK N	TN [mg N/L]	N-NH4 [mgN/L]	N-NO3 [mgN/L]	N-NO2 [mgN/L]	Xbio [mg/L]	sludge- %CODi nf
SIM_1	31,96	2,97	7,41	1,3	3,64	0,79	10349	3
SIM_2	31,26	2,5	7,17	0,86	4,38	0,28	11414	3,5

PROGETTO INVERNALE

	Total COD [mg/L]	TKN	TN [mgN/ L]	N-NH4 [mgN/L]	N-NO3 [mgN/L]	N-NO2 [mgN/L]	Xbio [mg/L]	Sludge- %CODinf
SIM_1	31,86	2,95	9,76	1,3	5,96	0,85	9917,41	3
SIM_2	30,61	2,69	11,34	1,11	8,14	0,5	9958,16	3,5

PROGETTO INVERNALE MODIFICATA

	Total COD [mg/L]	TKN	TN	N-NH4 [mgN/L]	N-NO3 [mgN/ L]	N-NO2 [mgN/L]	Xbio [mg/L]	sludge- %CODi nf
SIM_1	30,28	2,51	6,85	0,91	3,44	0,9	9993,55	4
SIM_2	30,41	2,5	4,93	0,89	1,44	0,99	9931,96	4