

**ERVARING MET ANAEROBE ZUIVERING IN
BUCARAMANGA, COLOMBIA**

ir F.F.G.M.Jakma

ir. A. Schellinkhout

DHV Raadgevend Ingenieursbureau

TCA-dag, 12 juni 1991

1. INLEIDING

Vanaf 1982 is in diverse landen met een tropisch klimaat onderzoek gedaan om de toepasbaarheid van het UASB-proces voor de directe behandeling van huishoudelijk afvalwater te beoordelen. Resultaten van dit onderzoek in Brazilië, Indonesië, India en Colombia tonen aan dat bij tropische omstandigheden BZV₅-verwijderingspercentages van 75% haalbaar zijn, terwijl in een milder klimaat enigszins lagere waarden worden verkregen. Ook is naar voren gekomen dat aanzienlijke kostenbesparingen mogelijk zijn bij de toepassing van UASB technologie t.o.v andere conventionele zuiveringsmethoden.

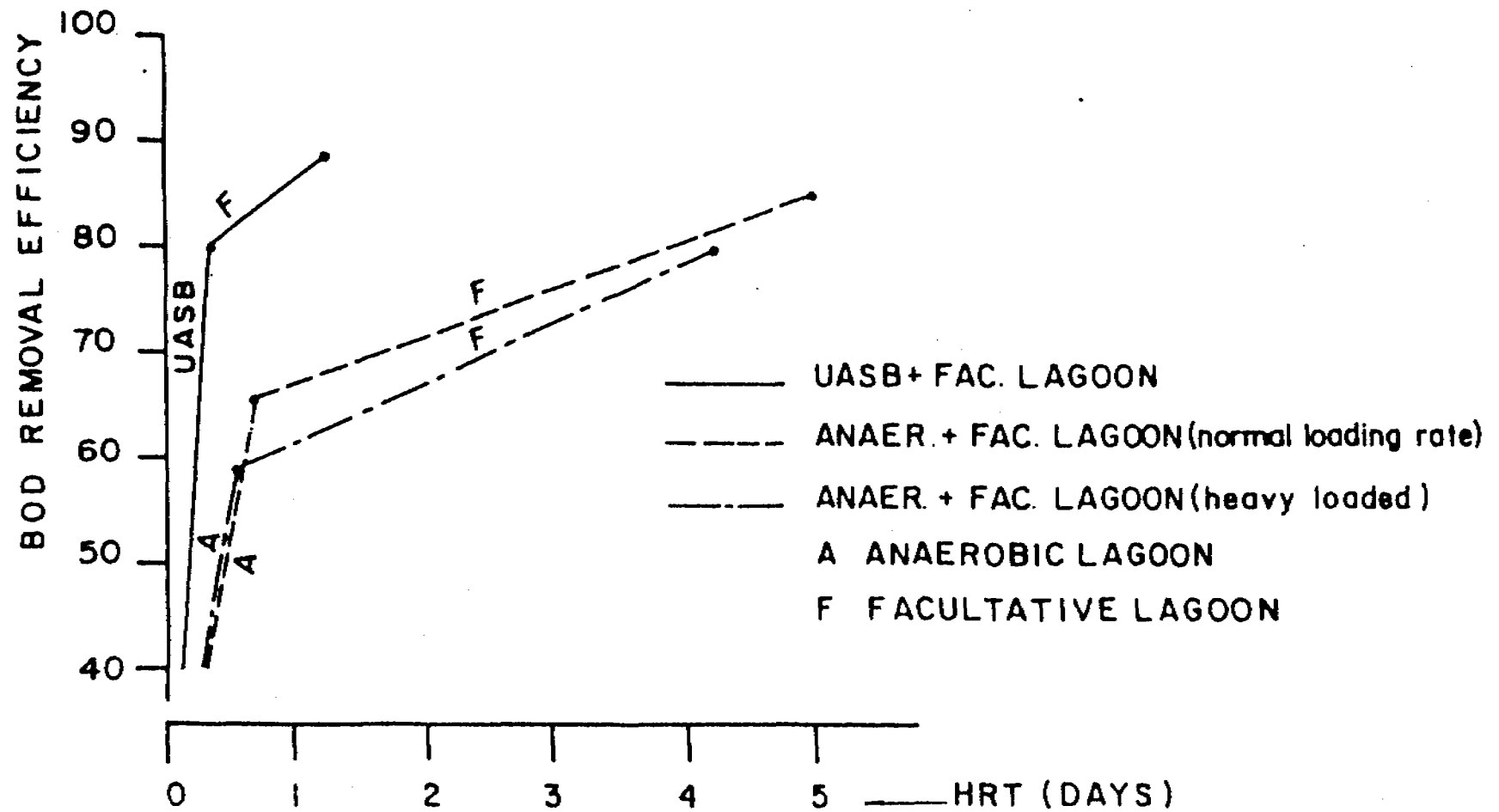
In de colombiaanse stad Bucaramanga is de tot dusver grootste rwzi met UASB technologie gerealiseerd (160.000 ie). Kleinere installaties worden bedreven in Kanpur, India (5000 m³/d) en Cali, Colombia (20.000 ie).

Voor Bucaramanga is, om de waterverontreiniging tgv een snelle urbane groei het hoofd te kunnen bieden, in 1983 een masterplanstudie uitgevoerd en vervolgens in uitvoering genomen. Planning en uitvoering gebeuren onder verantwoordelijkheid van de Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), een autonome regionale semi-overheidsinstelling, vergelijkbaar met een zuiveringschap in Nederland.

Het bovengenoemde plan voorziet in de aanleg van een verzamel rioolnetwerk en de bouw van drie rwzi's. Momenteel is 90% van dit verzamelnetwerk en één rwzi voltooid. De afronding van deze eerste fase van het masterplan maakt Bucaramanga tot de meest geavanceerde stad van Colombia wat betreft de sanering van waterverontreiniging.

Zowel in de masterplanfase, tijdens het ontwerp en de bouw van de rwzi, als tijdens de opstartfase is er vanuit Nederland via het Ministerie van Ontwikkelingssamenwerking (DGIS) technische assistentie verleend aan de CDMB. Uitvoerende instantie is DHV Raadgevend Ingenieursbureau te Amersfoort. In de financiering van de te plegen investeringen is voorzien via eigen middelen van de CDMB, aangevuld met een bijdrage uit het Urbane Ontwikkelingsfonds van de Inter-American Development Bank.

LIBRARY OF THE CENTRE FOR DEVELOPING WATER SUPPLY AND SANITATION (CDS) P.O. Box 90000, 2500 AD The Hague Tel. (CAD) 814911 ext. 141/142
NSN 8894
LO: 341.5 GIER



Figur 1

2. RESULTATEN VAN HET PROEFINSTALLATIEONDERZOEK.

In de periode 1983-87, is een proefinstallatie onderzoek uitgevoerd, waarbij ruw afvalwater afkomstig uit een wijk in Bucaramanga behandeld werd. De proefinstallatie bestond uit twee parallelle primaire zuiveringseenheden, te weten een anaerobe oxydatievijver en een UASB installatie met 35 m³ inhoud, beide in combinatie met een nabehandeling in een facultatieve oxydatievijver. De resultaten van het onderzoek (tabel 1 en figuur 1) gaven aan dat een reductie van de hydraulische verblijftijd met een factor 4-5 mogelijk was bij de toepassing van UASB technologie + facultatieve oxydatievijvers, t.o.v een systeem bestaande uit anaerobe + facultatieve vijvers, terwijl tegelijkertijd een verhoging van het zuiveringsrendement werd gerealiseerd. De verwijderingsgraad van bacteriën was gering, t.w. 85%. Dit was echter in overeenstemming met het masterplan, dat als hoofdaandachtspunt de verbetering van de zuurstofhuishouding in het oppervlaktewater rond Bucaramanga voor ogen heeft.

Tabel 1. Resultaten proefinstallatie periode 1983-1987

SYSTEEM		ANAEROBE VIJVER	UASB REACTOR	
HVT	h	21	19	5
CZV effluent	g/m ³	210	166	145
BZV ₅ effluent	g/m ³	70	57	39
CZV rendement	%	60	72	66
BZV ₅ rendement	%	67	79	80
SS rendement	%	69	70	69

3. ONTWERP VAN DE RWZI RIO FRIO

Op basis van de resultaten van het proefinstallatieonderzoek werd het gestart met het ontwerp van de rwzi Rio Frio. De ontwerp parameters zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2. Ontwerp parameters rwzi Rio Frio

UASB proces

. Gemiddelde hvt	h	5,2
. Minimum hvt	h	3,0
. Tankdiepte	m	4,0
. Max CZV belasting	kg/m ³ .d	2,0
. BZV ₅ rendement	%	70

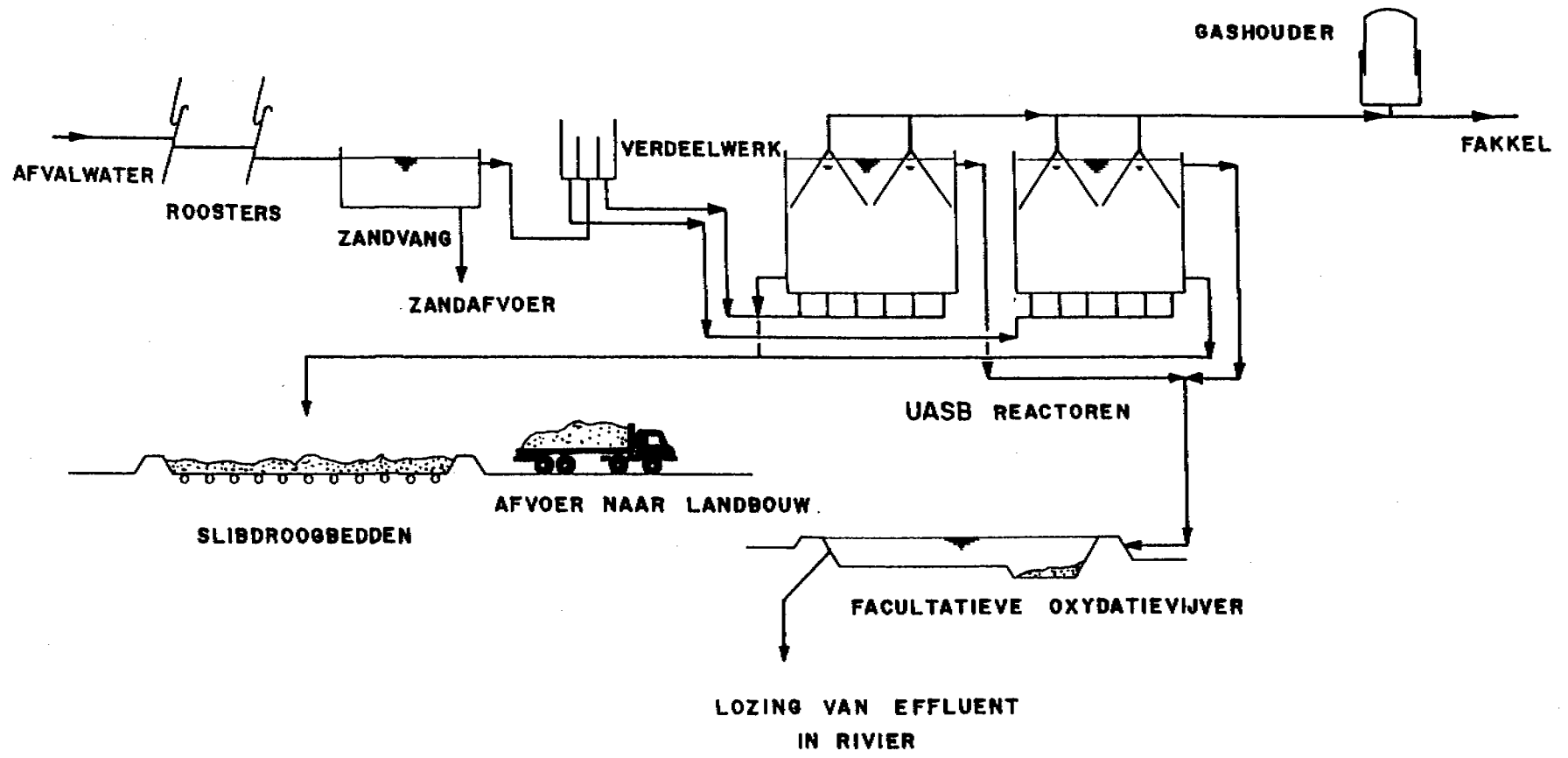
Facultatieve oxydatievijvers

. BZV ₅ belasting	kg/ha.d	550
. Diepte	m	1,5
. BZV ₅ rendement	%	50
. Gemiddeld hvt	h	30

Totaal BZV ₅ rendement	%	85
-----------------------------------	---	----

De rwzi Rio Frio is uitgelegd voor een capaciteit van 160.000 i.e. en 31.000 m³/d en bestaat uit de volgende procesonderdelen (zie figuur 2):

- regenwateroverstort
- grof- en fijnroosters (2 parallele eenheden)
- zandvang (3 parallele eenheden)
- UASB reactoren (2 eenheden, 3300 m³ elk)
- facultatieve oxydatievijver (2,7 hectare)
- meetgoot
- slibdroogbedden (48 eenheden, 120 m² elk)
- gashouder en fakkel



Figuur 2

4. BOUWKUNDIGE ASPECTEN VAN DE UASB REACTOREN VAN DE RWZI RIO FRIO

Voor het ontwerp van de UASB reactoren zijn een aantal uitvoeringsvormen vergeleken om te komen tot zo laag mogelijke investeringskosten. Daarbij is voor de tank gedacht aan uitvoering in 'gabions', ferrocement, 'grond-cement' en in-situ gestort gewapend beton. Voor de interne onderdelen kwamen polyester, roestvrijstaal, prefab beton en in-situ gestort beton in aanmerking. Na een kostenvergelijking is besloten tot de bouw van in-situ gestorte tankwanden en prefab beton voor de interieurelementen. Er is daarbij speciale aandacht gegeven voor een goede gladde afwerking van het betonoppervlak. Voorts zijn additieven gebruikt om betoncorrosie te voorkomen en gasdichtheid te realiseren.

Het influentverdeelsysteem van de UASB reactoren heeft een inlaatdichtheid van 1 per 2,9 m², hetgeen resulteert in 288 inlaten per tank. Om een dergelijke fijne waterverdeling te realiseren, wordt een drietraps verdeling toegepast: eerste verdeelwerk met verdeling in 4 stromen, tweede verdeelwerk in 9 stromen en laatste verdeelwerk in 16 stromen. De inlaat tot op de bodem van de tank is uitgevoerd met P.E. slangen.

De bodemhoek van de bezinkzone is 52°. Dit geeft een voldoende garantie tegen het accumuleren van bezonken slib op de bezinkerwand, terwijl een bezinkzone van slechts 1,40 m diep verkregen. Er blijft op deze wijze 2,60 m van de totale diepte beschikbaar voor de slibzone.

Tijdens het onderzoek in de proefinstallatie in Bucaramanga werd geconstateerd dat er sterke drijfslagvorming optrad in de (open) gascompartimenten, terwijl bij proefonderzoek in Cali met gesloten gaskappen, dit verschijnsel niet werd waargenomen. Op basis van deze waarnemingen is een aanpak van het drijfslagaspect in twee stappen voorzien:

- Ten eerste wordt verwacht dat een drijfslag bij voldoende menging, waarbij uitdroging verhinderd wordt, uiteindelijk zal worden afgebroken door anaerobe vergisting van vet en proteïnen. Om deze menging tot stand te brengen is een gasinjectie systeem geïnstalleerd, zoals ook toegepast in slibgistingstanks. Hiertoe wordt biogas opgeslagen in een gashouder en met een compressor geïnjecteerd.
- Ten tweede zijn er aan beide uiteinden van de elke gaskap toegangsluiken aangebracht, zodat eventuele resten drijfslag periodiek kunnen worden geruimd.

5. OPSTART EN EERSTE BEDRIJFSERVARINGEN

Belasting en zuiveringsresultaten.

Vanaf 30 oktober 1990 is de eerste UASB reactor in bedrijf op ontwerpbelasting, dwz een verblijftijd van 5.2 h gedurende de dag (ca 16 uur) en een lagere waarde gedurende de nacht. De tweede reactor is sinds 12 januari in bedrijf, eveneens op ontwerpbelasting. De opstart gebeurde zonder entslib, enerzijds omdat het aangetoond is dat dit mogelijk is en anderzijds omdat entmateriaal niet voorhanden was

Gedurende de eerste vier maanden bedrijfsvoering waren de zuiveringsresultaten minder goed als die tijdens het proefinstallatie onderzoek werden waargenomen. De BZV₅ en CZV verwijderingsrendementen fluctueerden respectievelijk tussen 17% - 48% en tussen 18% - 44% (zie figuren 3,4,5,6). Van de andere kant vertoonde de oxydatievijver een aanzienlijk flexibiliteit bij periodieke overbelastingen, zodat een effluent met een BZV₅ van 48-66 mg/l en een CZV van 160-210 mogelijk was. Na maart, mede dankzij de doorgevoerde verbeteringen is vooral de efficiëntie van reactor UASB 2 sterk verbeterd. Bij een HVT van 9,2 uur werd een BZV₅ rendement gerealiseerd, variërend tussen 60% en 70%. Het CVZ verwijderingspercentage bedroeg voor dezelfde periode lag daarbij rond de 50%. Het UASB effluent had een BZV₅ in de orde van 40-50 mg/l, en een CVZ rond de 200 mg/l. Het effluent van de oxidatievijver bevatte een rest BZV₅ van circa 30 mg/l (80-85% verwijdering) en een CVZ van 120 mg/l (70% verwijdering). Deze resultaten zijn vergelijkbaar met de resultaten in de proefinstallatie.

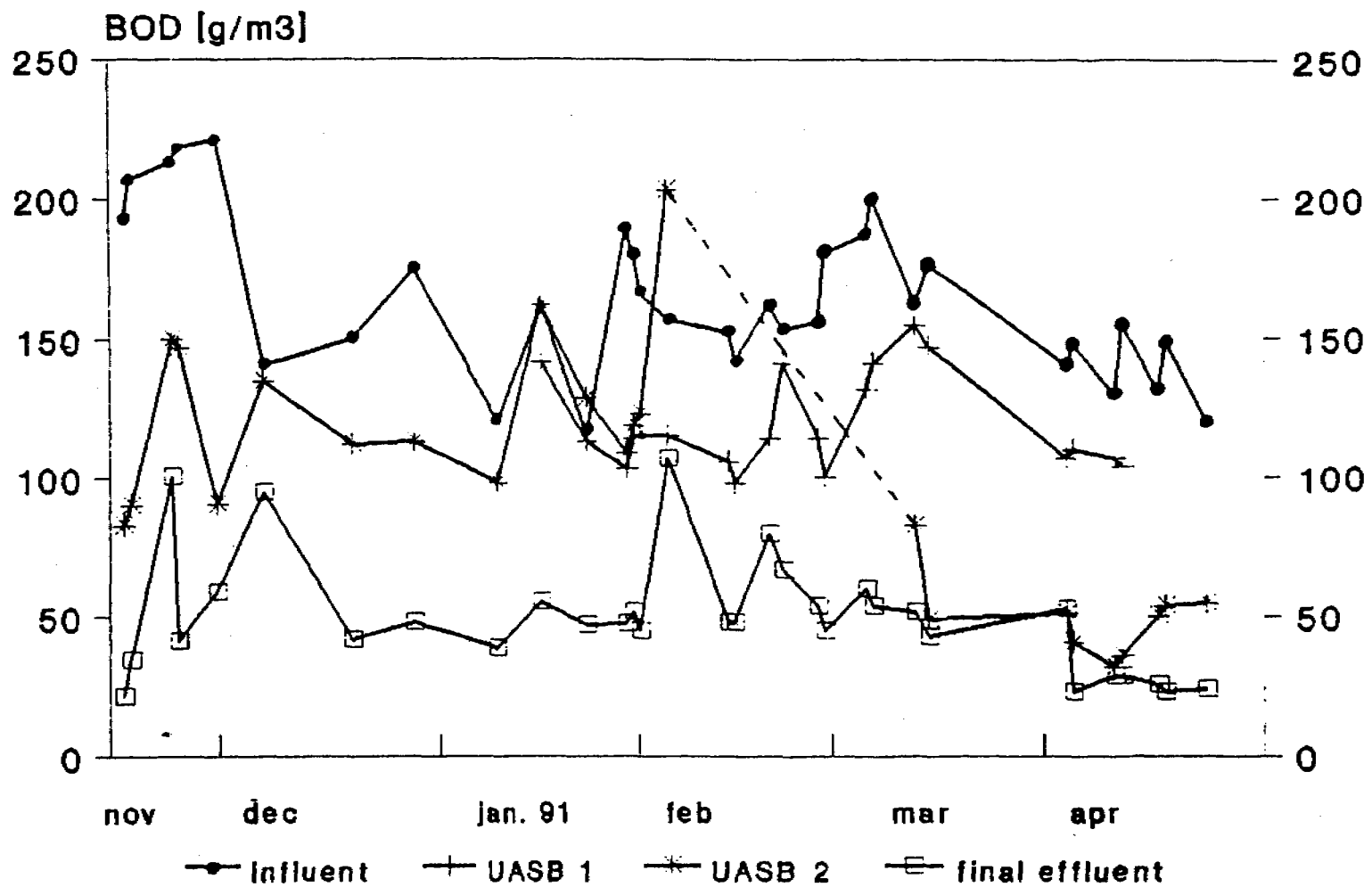
Er zijn nog geen analyses uitgevoerd ter bepaling van coliforme bacteriën, nutriënten, metanogene activiteit of gasproductie, omdat de hiervoor benodigde apparatuur nog niet was gearriveerd. Het ligt in de bedoeling om hierover in de toekomst resultaten te publiceren.

UASB reactor 1 is in de periode feb-mrt gedurende een periode van 1 maand buiten bedrijf geweest om enige aanpassingen te kunnen doorvoeren, o.a. het gasdicht maken van voegen tussen de onderste gaskapen, om te voorkomen dat binnendringende gasbellen het scheidings- en sedimentatie proces verstoren

Geur overlast

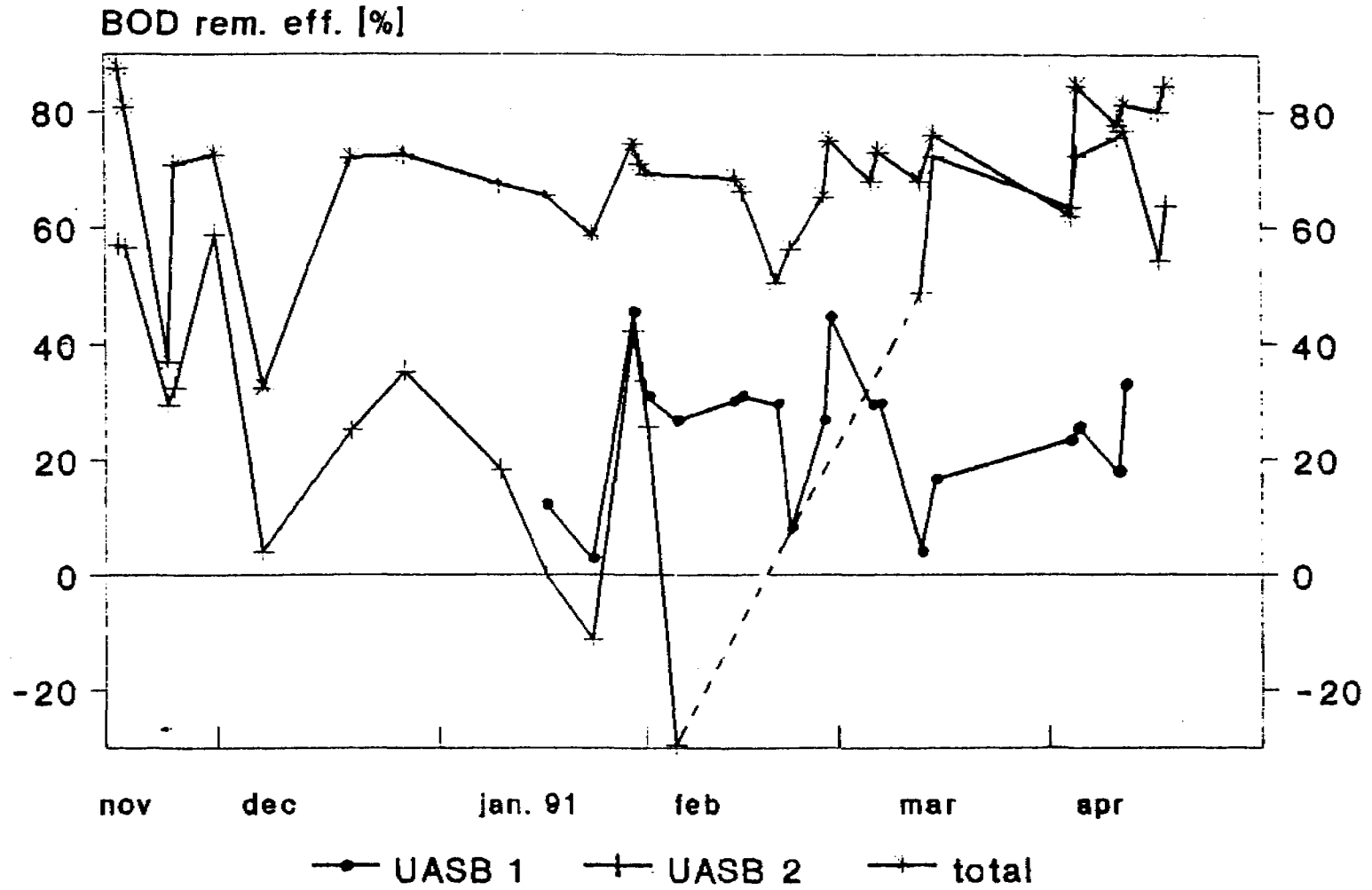
Geuremissies vormen een probleem dat bij alle typen zuiveringsinstallaties, waaronder die met een anaeroob zuiveringssysteem, kan optreden. Tijdens de opstart van rwzi Rio Frio, toen er nog niet voldoende gestabiliseerd slib voorhanden was, was er duidelijk sprake van geuremissie. Daarbij is het biogas, wanneer het zonder meer in de atmosfeer geloosd wordt, duidelijk een belangrijke factor. Na het ingebruiknemen van de fakkelininstallatie was een duidelijke verbetering merkbaar.

STP 'Rio Frio' Bucaramanga Colombia
BOD values



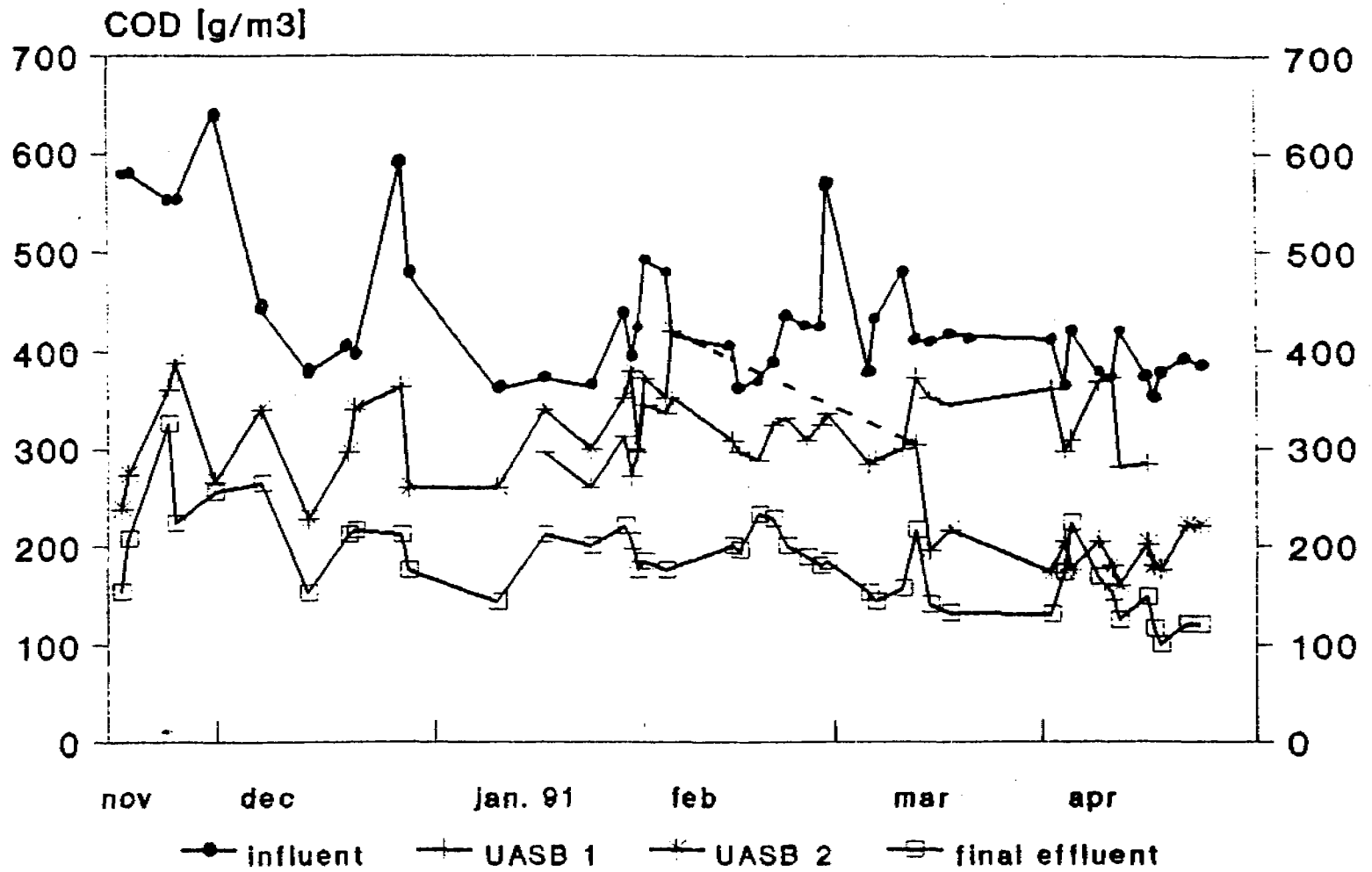
Figuur 3

STP 'Rio Frio' Bucaramanga Colombia
BOD removal



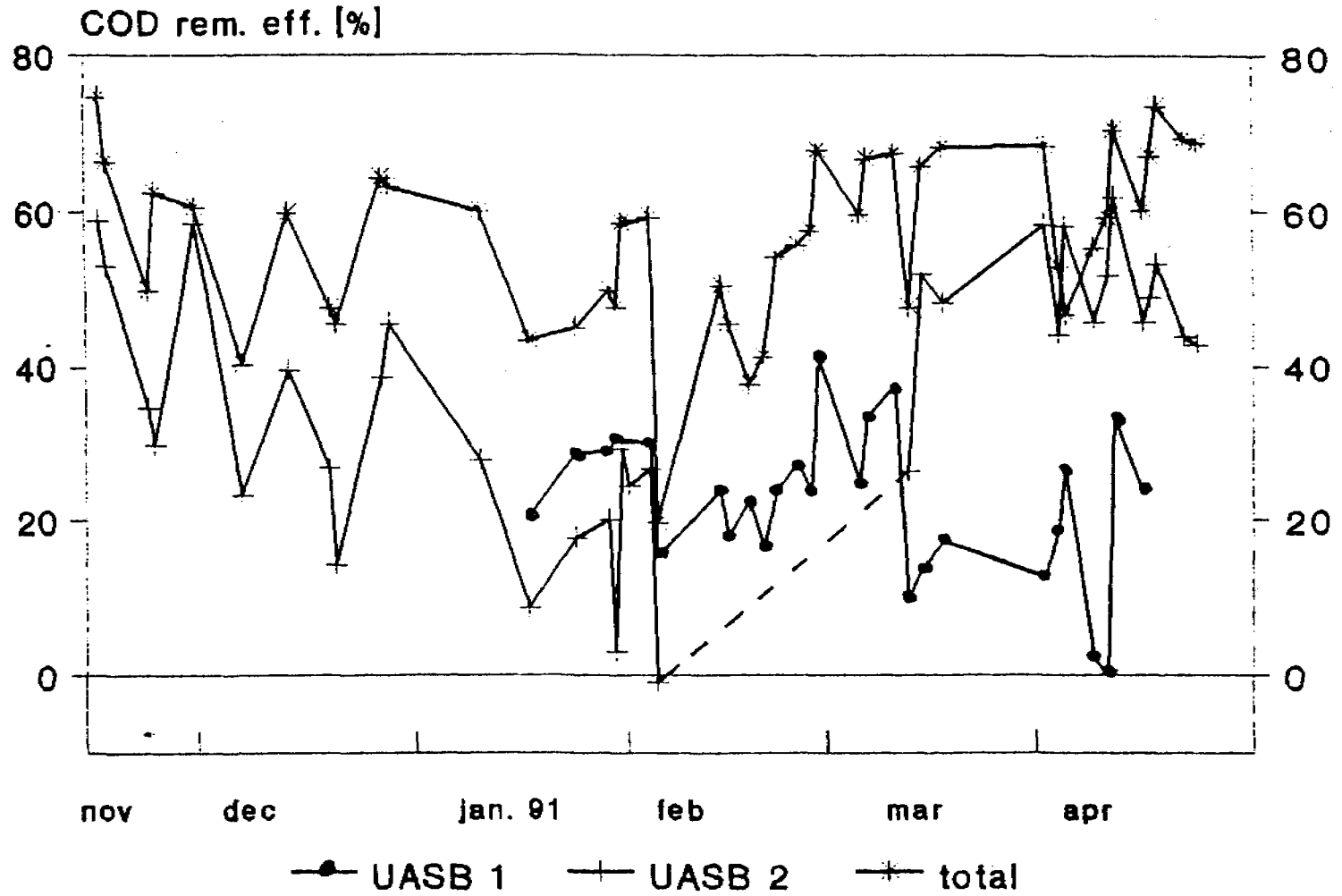
Figuur 4

STP 'Rio Frio' Bucaramanga Colombia
COD values



Figuur 5

STP 'Rio Frio' Bucaramanga Colombia
COD removal



Figuur 6

Slibbehandeling

Alhoewel er gedurende de eerste 4 maanden bedrijfsvoering nog geen noodzaak bestond voor het spuien van slib, heeft een proefrun met een droogbed uitgewezen dat het mogelijk is om in 1 week een steekvaste slibkoek te produceren op basis van een bedvulling van 25 cm. Dit resultaat werd verkregen, ondanks het feit dat het gedurende de droogperiode vier maal hard heeft geregend.

Wat betreft geuremissie bij het slibdrogen is vastgesteld dat er, afgezien van enige geurontwikkeling bij het vullen van een droogbed, nauwelijks geur waarneembaar was tijdens de droogperiode.

6. KOSTEN EN PERSONEELSASPECTEN

De totale investeringskosten van het project, inclusief het verzamelrioolnetwerk met een totale lengte van 30 km, hebben f 11,02 miljoen gulden bedragen. Tabel 3 geeft een overzicht van specifieke kosten en van de personeelsbehoefte van de rwzi.

Tabel 3 Kosten (niveau 1990)

Totale investering rwzi	:	. f 4.750.000 . f 32,30 / ie
Investering per UASB reactor	:	. f 1.140.000 . f 348 / m ³
Bedrijfskosten rwzi	:	. f 266.000 / jaar . f 1,71 / ie.jaar
Personeel	:	. 1 Bedrijfsleider . 4 Operators . 4 Assistenten . Tuinlieden

7. CONCLUSIES

De realisatie en de eerste bedrijfsresultaten van de rwzi Rio Frio tonen aan dat een zuiveringssysteem gebaseerd op het UASB proces, een efficiënte en economische oplossing kan bieden voor waterverontreinigingsproblemen in tropische gebieden, en dat opschaling tot het mogelijk is tot het niveau dat gebruikelijk is voor zuiveringsinstallaties.

De relatief geringe kosten voor ontwikkelde systeem, dat in staat is om een BZV₅ verwijdering van 85% tot stand te brengen, beweegt de CDMB er toe om haar saneringstaak voor de rest van haar werkgebied voort te zetten langs dezelfde lijnen. Andere Colombiaanse steden bereiden momenteel vergelijkbare programma's voor.

De toepassing van geprefabriceerde betonnen elementen is aantrekkelijk gebleken bij de realisering van UASB reactoren. Er bestaat in Zuid Amerika voldoende ervaring met dit materiaal en het is relatief goedkoop. De ervaring in Bucaramanga leert echter dat specifiek voor de toepassing zuiveringsprojecten:

- aannemers over voldoende kennis en ervaring met prefab beton moeten beschikken. Dit is met lokale aannemers niet altijd het geval,
- er zich problemen kunnen voordoen bij het nivelleren van kanalen en goten,
- speciale additieven nodig zijn om voldoende gasdichtheid van het beton te kunnen waarborgen,
- het opschalen met de nodig zorg en op basis van ervaring met grootschalige zuiveringsprojecten dient te gebeuren.

FJ/100691