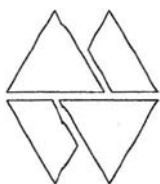


BASE-LINE ECOLOGICAL STUDY VAN HET LAC OP BONAIRE

G.W.N.M. van Moorsel en A.J.M. Meijer



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365. 4100 AJ Culemborg

Telefoon 03450 - 12710. Fax 03450 - 19849

opdrachtgever: Departement voor Ontwikkelingssamenwerking Nederlandse Antillen (DEPOS)

augustus 1993

project nr. 90.04

rapport nr. 92.22

© Bureau Waardenburg bv / DEPOS

Niets uit dit rapport mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

1.	Voorwoord	11
2.	Dankbetuiging~	13
3.	Inleiding	15
3.1.	Typering	15
3.2.	Naamgeving	15
3.3.	Geologie	15
3.4.	Geschiedenis	16
3.5.	Meteorologische omstandigheden	17
3.6.	Waterstandfluctuaties	17
3.7.	Eerder onderzoek	18
3.8.	Wettige status van het Lac	19
4.	Fotografisch en cartografisch materiaal	21
4.1.	Luchtopnamen	21
4.2.	Overig fotomateriaal	21
4.3.	Cartografisch materiaal	22
5.	Methoden	23
5.1.	Plaatsbepaling	23
5.2.	Transport en toegankelijkheid	23
5.3.	Fotografie	24
5.3.1.	Luchtfotografie	24
5.3.1.1.	Uitvoering	24
5.3.1.2.	Technische gegevens	24
5.3.2.	Overige bovenwaterfotografie	25
5.3.3.	Onderwaterfotografie	25
5.4.	Fysische bepalingen	25
5.4.1.	Diepte	25
5.4.2.	Stroming	25
5.4.3.	Getij	26
5.4.4.	Temperatuur	26
5.4.5.	Zicht	27
5.5.	Chemische bepalingen	27
5.5.1.	Saliniteit	27
5.5.2.	Zuurstof	27
5.5.3.	Nutriënten	27
5.6.	Biologische bepalingen	28
5.6.1.	Boven water	28
5.6.2.	Onder water	29
5.6.3.	Vissen	29
5.6.4.	Conservering	30
5.6.5.	Determinatie	30
5.6.6.	Verwerking	30

6.	Resultaten	31
6.1.	Fotografie/Kartering	31
6.2.	Hydrografie	31
	6.2.1. Dieptes	31
	6.2.2. Regenwaterafvoer	32
	6.2.3. Waterniveau en -uitwisseling	32
	6.2.3.1. Korte-termijn niveaufluctuatie	32
	6.2.3.2. Lage waterstanden	34
	6.2.4. Stromingen	34
	6.2.5. Nutriëntengehaltes	35
6.3.	Beschrijving gebieden / milieus	36
	6.3.1. Landmilieus	36
	6.3.1.1. Cai, de buitenste strandhaak	36
	6.3.1.2. Sorobon	37
	6.3.1.3. Zandige eilanden en landtongen	38
	6.3.1.4. Saltmarshes (kwelders)	40
	6.3.1.5. Kalkplateaus, o.a. Isla Yuwana	40
	6.3.1.6. Het eulitoraal: stranden en kliffen	41
	6.3.2. Open water	41
	6.3.2.1. Boca di Lac	41
	6.3.2.2. Awa Blanku	42
	6.3.2.3. Zeegrasvelden	44
	6.3.2.4. Halimedabanken	46
	6.3.2.5. Binnenklip	47
	6.3.2.6. Secu di Sorobon en omgeving	47
	6.3.2.7. Punta Rancho	49
	6.3.3. Randbaaien	49
	6.3.3.1. Boca di Coco en Boca Chikitu	49
	6.3.3.2. Boca Fogon en omgeving	50
	6.3.3.3. Pariba di Cai	51
	6.3.3.4. Boca Djukfes	51
	6.3.4. Puitu	52
	6.3.5. Kreeken	53
	6.3.5.1. Kreek naar het Puitu	53
	6.3.5.2. Kreek di Coco	53
	6.3.5.3. Kreek di Pedro	54
	6.3.6. Wateren tussen mangroven en achterland	54
	6.3.6.1. Randwateren	54
	6.3.6.2. Awa Lodo di San José en Awa Lodo di Chico	55
	6.3.7. Afgesloten wateren	56
	6.3.7.1. Poel bij ruïne Sorobon	56
	6.3.7.2. Plasje op de oostelijke strandhaak van Cai	56
6.4.	Status mangroven	56
6.5.	Wieren (algen)	58
6.6.	Ongewervelde dieren	60
	6.6.1. Karkó	60
	6.6.2. Codakia orbicularis en andere tweekleppigen	62
6.7.	Vissen	62

6.8.	Vogels	64
6.9.	Reptielen	70
	6.9.1. Zeeschildpadden	70
	6.9.2. Hagedissen	70
7.	Menselijk gebruik van het Lac en haar natuurlijke hulpbronnen•.....	71
7.1.	Transport	71
7.2.	Bewoning	71
7.3.	Overnachtingsfaciliteiten	71
7.4.	Voorzieningen dagrecreatie	72
7.5.	Watersport	73
	7.5.1. Zwemmen (zonnen)	73
	7.5.2. Kanoën	73
	7.5.3. Windsurfen	73
	7.5.4. Zeilen	73
	7.5.5. Yachting	74
	7.5.6. Snorkelen	74
	7.5.7. Sportduiken (scuba)	74
7.6.	Bird watching•.....	74
7.7.	Visserij	75
	7.7.1. Beroepsvisserij	75
	7.7.2. Sportvisserij	76
7.8.	Aqua- en maricultuur	76
7.9.	Jacht	77
7.10.	Beweiding	78
7.11.	Mangrovegebruik	78
7.12.	Winning bodematerialen	78
7.13.	Watergebruik	79
	7.13.1. Zout water	79
	7.13.2. Zoetwater	79
	7.13.2.1. Regenwater	79
	7.13.2.2. Grondwater	79
7.14.	Storting afval	79
7.15.	Scheepsreparatie	80
7.16.	Wetenschappelijk onderzoek	80
8.	Plannen ~	81
8.1.	Transport	81
8.2.	Bewoning	81
8.3.	Faciliteiten Lac Bay Resort	81
8.4.	Toerisme	82
8.5.	Watersport	82
8.6.	Visserij	82
8.7.	Marcultura	82
8.8.	Zeewatergebruik	83

9.	Effecten van menselijk gebruik	85
9.1.	Gebiedsdoorsnijdingen	85
9.2.	Bebouwing en bewoning	86
9.3.	Betreding e.a. vormen van verstoring	86
9.4.	Organisch afval	87
9.5.	Chemisch afval	88
9.6.	Overig afval	88
9.7.	Ankeren en andere verstoring van de onderwaterbodem	88
9.8.	Overige effecten van recreatie	89
9.9.	Visserij	90
9.10.	Aquacultuur	90
9.11.	Vee	92
9.12.	Muskietenbestrijding	92
9.13.	Baggeren en zandwinning	93
9.14.	Erosie	94
9.15.	Gebruik water	94
	9.15.1. Regenwater	94
	9.15.2. Grondwater	95
	9.15.3. Zout water	95
9.16.	Wetenschappelijk onderzoek en monitoring	95
10.	Conclusies	97
10.1.	De ecologische waarden van het gebied	97
10.2.	Methodologie	99
10.3.	Ontwikkeling Lac zonder verder ingrijpen van de mens	99
10.4.	Menselijke effecten	100
11.	Aanbevelingen	101
11.1.	Algemeen	101
11.2.	Projectontwikkeling	101
11.3.	Bewoning	102
11.4.	Septic tanks	102
11.5.	Gebiedsdoorsnijdingen	102
11.6.	Toeristische ontwikkeling	103
11.7.	Watersport	105
11.8.	Behoud en ontwikkeling onderwaterleven	106
11.9.	Afsterven mangroven	106
11.10.	Hydrologische maatregelen	107
11.11.	Zandwinning	108
11.12.	Visserij	108
11.13.	Maricultuur	109
11.14.	Begrazing	109
11.15.	Archaeologie	109
11.16.	Insektenbestrijding	110
11.17.	Beheer	110

11.18. Wetgeving	111
12. Monitoring	113
12.1. Algemeen	113
12.2. CARICOMP metingen	113
12.3. Luchtfotografie	114
12.4. Fysisch chemische metingen	114
12.5. Menselijk gebruik	115
12.6. Biologische monitoring	115
13. Literatuur	117

... dat het wenselijk zou zijn voor het Lac-gebied
een behoud- en beheersplan te maken, waarin
'Zowel de natuurwetenschappelijke als de
recreatieve, toeristische en economische aspecten
een plaats moeten krijgen.

P. Wagenaar Hummelinck, in een naschrift in
Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)
betreffende een gedachtenwisseling op het
Bestuuskantoor te Kralendijk op 26 september
1968

1. VOORWOORD

De oorspronkelijke aanleiding tot het samenstellen van dit rapport was de nieuwbouw van "Marcultura", het centrum voor maricultuur op Bonaire. Tot 1990 bevond Marcultura zich aan de westkust bij Hato, maar ten behoeve van schaalvergroting werd een nieuwe locatie gevonden aan de rand van het "Lac", een lagune aan de oostkust. De waterafvoer van Marcultura zou oorspronkelijk in het Lac uitmonden. Om mogelijke effecten daarvan in de toekomst te kunnen aangeven, ontstond er behoefte de ecologische toestand van de lagune te kennen. Op 14 september 1990, zonder dat deze kennis was verzameld, opende Marcultura haar nieuwe faciliteiten, maar de geplande waterafvoer was inmiddels wel verlegd en mondde niet meer uit in het Lac.

Toch was de gedachte een studie uit te voeren naar de ecologie van het gebied inclusief de effecten van menselijke activiteiten in, op en rond het Lac daarmee niet geheel verdwenen. De behoefte zo'n studie te verrichten bestond reeds geruime tijd getuige het nevenstaande citaat, al 25 jaar geleden geformuleerd door P. Wagenaar Hummelinck.

Daarnaast bleken er juist de laatste jaren een aantal ontwikkelingen rond het Lac te spelen alsmede plannen dienaangaande te bestaan, waardoor de behoefte om een masterplan voor het gebied opstellen steeds sterker werd. Enige jaren geleden werd, in opdracht van het Departement voor Ontwikkelingssamenwerking Nederlandse Antillen (DEPOS), door Caribbean Consulting Engineers (CCE) een aanvang gemaakt met het opstellen van een dergelijk masterplan. Vanwege het mogelijk relatief grote belang van het Lac als natuurgebied bleek het noodzakelijk te zijn daarbij een goede indruk te hebben van de ecologische waarden in de vorm van een ecological baseline study. Het opstellen van het master plan is dan ook voorlopig stopgezet in afwachting van het verschijnen van een dergelijke studie. Wel bestaat er een voorlopig project dossier getiteld "Toeristische ontwikkeling Lac gebied Bonaire".

In februari 1990 werd aan Bureau Waardenburg bv te Culemborg gevraagd een offerte uit te brengen naar het verrichten van een ecological baseline study. In januari 1992 werd van de opdrachtgever, het Departement voor Ontwikkelingssamenwerking Nederlandse Antillen (DEPOS), de uiteindelijke goedkeuring verkregen om deze studie uit te voeren. Het veldwerk werd door a.W.N.M. van Moorsel en A.J.M. Meijer in februari en maart 1992 verricht. Verwerking van de gegevens, determinatie van monsters en het opstellen van de concept-rapportage werd door hen in de loop van 1992 uitgevoerd.

De bedoeling van dit rapport is een beschrijving te geven van de ecologische status van het Lac anno 1992 en om aan te geven hoe bestaande en mogelijke toekomstige ontwikkelingen hierop van invloed kunnen zijn. Deze gegevens kunnen worden geïntegreerd met economische belangen om uiteindelijk te komen tot een masterplan voor het gebied.

2. DANKBETUIGING

Gesprekken op Bonaire met R Booi (Gedeputeerde economische aangelegenheden) en N. Gomes (Gedeputeerde milieu), RP. Saleh en E.e. Newton (beide van Beleidsvoorbereiding en Ontwikkeling, B.V.O.), R.R. Rensen (Fundashon Marcultura en STINAPA Bonaire) en K. de Meyer - Reubold (Bonaire Marine Park) gaven een goede indruk van de problematiek rond het Lac. De heer Emerenciana van de Hygiënische Dienst gaf informatie over de aanwezigheid van muskieten en de bestrijding. De heer H.J.M. Bussmann (Proforce n.v.) verstreekte kennis van de bodem en geschiedenis van het gebied. J. Gielen (Akzo Salt Antilles NV) gaf informatie over het getij en over de activiteit van het zoutwinbedrijf in relatie tot het Lac. A.G.J. Sieverding (Architectenbureau Sieverding Holthuizen (Busi Bonaj) die als architect betrokken geweest is bij de bouwen ontwikkeling van projecten rond het Lac gaf inzage in luchtfotomateriaal en het bodemkundig profiel rond het Lac Bay complex. Gegevens over de avifauna van het Lac werden verstrekt door Frater Candidus. Andere informatie werd verkregen uit gesprekken met een plaatselijk aktieve visser (dhr. Boekhout), J. van Egeraat en J. van Egeraat, managers van het Lac Bay Resort en I. Jaspers. E.M. Budzelaar determineerde enkele planten. H. Bruggeman, H.W. Waardenburg en R. Guicherit verschaften ook informatie betreffende het voorkomen van organismen in het Lac. Tijdens het maken van luchtopnames vloog R. Celestijn het toestel.

Voor logistieke problemen konden wij altijd terecht bij Chibo - ook hielp hij bij het aanbrengen van markeringen in het veld - en ook A. Ploeg (Ichthyoloog) en B. Kleine (administratie) van Fundashon Marcultura verleenden assistentie.

Op Curaçao werd informatie verstrekt over klimaat en getijden door respectievelijk A.J. Dania (Meteo Nederlandse Antillen en Aruba) en de heer Frenkel van het Havenkantoor. De heer Calvo van de Dienst van het Kadaster gaf inzage in luchtfotomateriaal.

Voor het gebruik van de "Veliger", de boot van Marcultura, het kunnen uitvoeren van laboratoriumwerk en gebruik van de computer zijn wij Fundashon Marcultura bijzonder erkentelijk.

Voor de analyses van zeewatermonsters op nutriënten maakte wij gebruik van adviezen en medewerking van de heer Schreurs van de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat te Middelburg. Enkele determinaties van wiermonsters zijn gecontroleerd door D. Littler en B.L. Brooks van het National Museum of Natural History te Washington D.C.

Commentaar op een concept van dit rapport of een deel daarvan werd geleverd door Drs. E.e. Newton en J. Gielen.

Hierbij willen wij graag alle bovengenoemde en andere personen bedanken die op een of andere wijze hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport.

3. INLEIDING

3.1. Typering

Aan de oostkust van Bonaire ligt het Lac, de grootste lagune van de Nederlandse Antillen. Van noord naar zuid bedraagt de lengte 3,9 km en van oost naar west 3,0 km. Het oppervlak binnen de hoogwaterlijn bedraagt ongeveer 7,5 km². De ligging van de noordrand komt overeen met 12° 07' 35,6" NB, de zuidrand met 12° 05' 30,3" NB, de westrand met 068° 14' 30,3" WL en de oostrand met 068° 12' 51,1" WL (topografische kaart 1978/1982). Bonaire is het meest oostelijke eiland van de Benedenwindse Nederlandse Antillen en ligt circa 87 km ten noorden van Venezuela. Door zijn ligging wordt het Lac sterk geëxponereerd door de overheersende oostpassaat.

Het Lac is een helderwaterlagune. Ruim de helft van het gebied bestaat uit open water (zie Fig. 1). Aan de oostzijde wordt het Lac begrensd door een ondiepe dam van koraal ("Dam", zie Fig. 2 voor naamgeving) waarover golven het gebied binnenrollen. Tussen het noordelijk van de Dam gelegen schiereiland Cai en de Dam zelf is een opening naar zee (Boca di Lac). Achter de Dam bevindt zich een zandig plateau (Awa Blanku) met lokaal wat koraalrestanten en wiervegetaties. In de rest van het open water domineren op de bodem zeegrassen en wiervegetaties. In het noordwesten bevindt zich een keten van eilanden. Deze eilanden zijn zandig en deels met een grasachtige vegetatie begroeid. Rond deze eilanden en aan de rand van het gebied domineert een mangrove vegetatie.

3.2. Naamgeving

In Fig. 2 worden de in dit rapport gebruikte toponiemen getoond. De meeste namen zijn afkomstig uit Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, Fig. 4 en bijbehorende legenda op pag. 18). Een aantal namen werd aangepast (Isla Juwana --> Isla Yuwana en Boca Jewfish --> Boca Djukfes). Voorts wordt een aantal nieuwe toponiemen geïntroduceerd (onderstreept in Fig. 2).

3.3. Geologie

De ondergrond van het Lac bestaat uit Pleistocene kalksteenplateaus (Kobluk en Lysenko, 1984). Het centrum van het Lac wordt gevormd door het zg. Laagterras (bodemkaart Grontmij - Sogreah, survey 1966-'67) dat geleidelijk naar het oosten toe wegzinkt. De helling van de kliplijn ter hoogte van het Lac Bay Resort is goed te zien in een profieltekening van Sieverding Holthuisen. Een drietal profielen vertoont over een afstand van 42 tot 52 m een helling van 0,65, 0,82 en 1,21° in west-oostelijke richting (resp. profiel A, B en C work 191, sheet 7, 10-12-'81).

Ten zuiden van het Lac vormt het Laagterras een horizontaal plateau met daarin enkele ondieptes waar nu water staat, o.a. door de zeewatertoevoer vanuit Awa Molina en Marcultura naar het terrein van de zoutindustrie. Dit gebied is doorsneden met breuken in bodem (Fig. 3 = Fig. 7 in Schultejann & Scott 111 1991). Op plaatsen waar veel breuken bijeen komen bevinden zich de "ogen van de zee". Deze staan via de ondergrond in contact met de zee.

De terreinen Bakuna en Lima bestaan uit het eerste Midenterras. Ten noordoosten van Boca di Coco is de overgang tussen het Laaglandterras en het Midenterras 1 goed te zien.

Het Lac is overigens een goed recent voorbeeld hoe het Laagterras en een deel van het Midenterras zich in het verleden hebben ontwikkeld door terrasvorming ten gevolge van sedimentatie binnen een barrière(rif).

Het bekken wordt op een aantal plaatsen door een keten van ondieptes doorsneden:

In het westen is er een serie flauwe koepelvormige structuren op de rand van het Midenterras, waardoor van noord naar zuid vooral Punta Wanapa, Isla Yuwana en de welvingen in het terrein bij Rooi Pedro opvallen. De koepelvorm verklaart de cirkelvormige omtrek van zowel Punta Wanapa als Isla Yuwana.

In het noordwesten loopt een zandwal van Rooi Pedro tot aan de landtong bij Boca Chikitu. Zij bestaat uit een viertal eilanden: Isla di Pedro, Isla Rancho, Isla Fogon en Isla di Chico.

In het zuiden zet de flauwe rug van Sorobon zich in het bekken van het Lac voort als het Secu di Sorobon en de zg. Binnenklip, beiden kalkplateaus met meestal alleen een dun laagje zand.

In het oosten bestaan zowel Punta Mewchi, de Dam als de dubbele strandhaak van Cai uit opgeworpen koraalfragmenten, gedeeltelijk verworpen tot beachrock en plaatselijk vermengd met zand.

3.4. Geschiedenis

Reeds in prehistorische tijden was het gebied van belang voor indianen. Dit kan worden afgeleid uit de resten van schelpen van de Karkó (*Strombus gigas*), een eetbare slak, waarvan de top werd gekneusd. Dit in tegenstelling tot de ook nu nog gevolgde methode om het dier uit de schelp te halen door bij de top een gat te maken. Archeologische resten bestaan voorts uit potscherven (o.a. bij Sorobon). Bij Wanapa, op een kilometer ten noordwesten van het Lac bevindt zich het best bewaarde prehistorische dorp op Bonaire. Meer informatie kan worden gevonden in Haviser (1992?). Op de landtong bij Boca di Coco wordt aan de noordrand van de kreek een indiaanse afzetting ontsloten van schelpen van pareloesters (*Pinctada imbricata*).

De meeste grote schelphopen zijn van meer recente ouderdom. Bekend zijn de schelphopen van Cai. Daarnaast zijn er grote schelphopen bij Rooi Pedro en op het einde van de landtong bij Awa di Coco, maar deze worden door overgroeiing met mangrove inmiddels vrijwel aan het zicht onttrokken. Naast andere kleinere hopen die worden genoemd door

Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, p. 9) werden nog kleine hopen aangetroffen bij de landtong in het Awa Lodo di San José (ter hoogte van monsterpunt "32").

Andere restanten van menselijke activiteiten in het verleden worden gevormd door resten van houtskool en houtskoolbranderijen. Deze zijn te vinden op Isla di Chico en in mindere mate op Isla Rancho.

3.5. Meteorologische omstandigheden

De volgende gegevens worden ontleend aan het Klimaatoverzicht Meteorologische Dienst Nederlandse Antillen en Aruba:

Er is sprake van een zeer sterk overheersende oostpassaat. In 90% van de tijd waait deze wind uit een richting tussen 70 en 110°. Dit betekent dat het aan de oostkust gelegen Lac sterk wordt geëxponeerd aan deze wind. Windgolven staan loodrecht op de kust en eenmaal over de Dam wordt het water door de wind de kom van het Lac ingeblazen.

De jaarlijkse variatie in luchttemperatuur is gering. De gemiddelde maandtemperatuur varieert van 26,6 0€ in januari-februari tot 28,4 0€ in oktober. De luchttemperatuur is op zijn laagst bij zonsopgang en bereikt haar hoogste waarde een uur na de hoogste zonnestand. De temperatuur van het oceaانwater varieert van 25,4 0€ in februari tot 28,1 0€ in september.

De maanden oktober tot januari zijn gemiddeld de regenrijkste maanden met een neerslag van 50 tot 120 mm per maand. In de rest van het jaar is het maandelijkse gemiddelde 15 tot 35 mmo. Het jaar 1991 was met een jaartotaal van 362 mm een relatief droog jaar t.O.V. het jaargemiddelde van 491 mm (Bonaire 1951-1980). In de periode januari tot en met oktober viel er elke maand minder dan het gemiddelde, het totaal bedroeg in deze periode slechts 47% van de gemiddelde regenval. November en december scoorden wel gemiddeld. De totale regenval in de eerste drie maanden van 1992 bleef met 27 mm ver achter bij het langjarig gemiddelde van 92 mm voor het eerste kwartaal. Omdat het veldwerk voor deze studie werd uitgevoerd in maart, dus vrijwel direct na het regenseizoen, zou enerzijds sprake kunnen zijn van een relatief "groen" beeld, anderzijds kan de geringe regenval in 1991 en het begin van 1992 juist een tegenovergesteld effect hebben gehad.

De dagelijkse verdamping fluctueert van 6,8 mm in dec. tot 9,2 mm in juni.

3.6. Waterstandfluctuaties

Afgezien van het dagelijkse getij is er tevens sprake van een jaarlijkse component in de getijcyclus van ongeveer 15 cm (Fig. 6 in De Haan en Zaneveld, 1959). De waterstand is op zijn laagst in februari-maart. Daarom is dit ook het jaargetijde waarin delen van het Lac die achter een drempel liggen het contact met het open water kunnen verliezen. Door deze natuurlijke oorzaak kunnen zoutgehalte en temperatuur snel oplopen met als gevolg vissterfte. In maart / april 1991 was zelfs sprake van de laagste waterstand die ooit werd gemeten. Deze waarneming is overigens in tegenspraak met de mededeling van Bussmann dat het gemiddelde

waterpeil in 40 jaar 30 cm zou zijn gestegen (naar zijn zeggen bevestigd door waarnemingen van Akzo Salt Antilles en in Houston).

Een indicatie van de dagelijkse fluctuaties in waterstand werd verkregen door informatie verstrekt door de heren Frenkel van de Havendienst op Curaçao en Gielen van Akzo Salt Antilles op Bonaire. In de winter is er sprake van een schommeling die gedurende een week gedomineerd wordt door een enkeldaagse component. Het tijdstip van hoogwater valt in de vroege ochtenduren en verschuift ongeveer een uur per dag. Vervolgens ontstaat 's avonds een dubbeldaagse component en vermindert de getij amplitude. De nieuw ontstane dubbeldaagse component domineert steeds sterker tot zij een week later de enkeldaagse fluctuatie vormt. Er is dus sprake van ongeveer wekelijkse perioden van relatief grote en kleine getij amplituden die elkaar afwisselen. Een voorbeeld van deze fluctuatie staat in Fig. 4.

3.7. Eerder onderzoek

Een belangrijke studie die specifiek betrekking heeft op het Lac wordt gevormd door "Een natuurwetenschappelijk onderzoek gericht op het behoud van het Lac op Bonaire" door Wagenaar Hummelinck en Roos (1969). Het veldwerk voor dit onderzoek werd in augustus / september 1967 uitgevoerd. Onderwerpen zoals geschiedenis, zoutgehalte, getijde, onderwaterflora en fauna, en mangrovebegroeiing komen ter sprake. In Wagenaar Hummelinck (1977) worden 56 stations in het Lac kort beschreven. Overigens wordt in deze publicaties nauwelijks gewag van de overige vegetatie van het gebied (wieren, begroeiing eilanden) noch van de vis- en vogelstand.

Ander wetenschappelijk onderzoek heeft veelal betrekking op specifieke soortgroepen en deze studies beperken zich meestal niet tot het Lac. Zo beschrijven van den Hoek *et al.* (1972) de wierenvegetaties van binnenbaaien op Curaçao en Bonaire. In het Lac hebben zij 7 locaties bemonsterd, nabij Punta Kalbas, Boca Djukfes en Sorobon. Van Soest (1978, 1980 en 1984) noemt sponzen, Roos (1971) koralen en Fransen (1986) deed onderzoek naar Bryozoa (Mosdier-tjes). Southward (1975) behandelt Cirripedia en Goodbody (1984) Ascidiacea. Het voorkomen van tandkarpers wordt behandeld in Kristensen (1970). Vogelwaarnemingen op de Nederlandse Antillen worden vermeld in Voous (1983), waarbij het Lac geregeld ter sprake komt. In 1981 werd een onderzoek uitgevoerd naar het belang van het Lac als opgroei gebied (kraamkamerfunctie) voor vissoorten (Gorissen en Meijer 1981). In 1982 werd een onderzoek verricht naar kanastervisserij op Bonaire, onder andere in het Lac (Van der Knaap 1982).

Ten behoeve van de ruimtelijke ordening werd in 1985 een onderzoek verricht door Ir. CM. Wilson. Dit werk is echter niet afgerond en de van de verzamelde gegevens resteren alleen nog een luchtfoto en een kaart van het "Lac Parklands Development Plan" (in het bezit van Fundashon Marcultura).

3.8. Wettige status van het Lac

Volgens een verordening van 26 juni 1991 valt het gehele Lacgebied tot aan de hoogwaterlijn onder het Bonaire Marine Park. Deze verordening is gewijzigde versie van de eerste verordening van 29 november 1984. Zij is in augustus 1991 in werking getreden en houdt het volgende in: Motorboten met meer dan 6 pk aan de schroef en een hogere snelheid dan twee knopen zijn verboden buiten de vaarroute die loopt van Cai naar Sorobon. Alleen boten tot 12 voet zijn in het gebied toegestaan. Het kappen van mangroven en beschadigen van de bodemvegetatie is verboden. Andere verboden activiteiten zijn baggeren, het aanleggen van dammen en het storten van vuil. Het vangen van Karkó zonder vergunning en zeeschildpadden is ook illegaal, alsmede het gebruik van pesticiden (insecticiden en herbiciden). Op 5 juli 1991 is een contract opgemaakt waarbij het onderwaterpark werd overgedragen aan de Stichting Natuur. Parken (Stinapa) Bonaire.

Sinds 1979 valt het Lac onder de wetlandconventie van Ramsar (1971). Deze overeenkomst is van toepassing op gebieden tot 6 m diepte zodat in praktijk vrijwel het gehele Lac hieraan voldoet. De bekrachtiging van de Ramsarconventie betekent onder meer dat getracht moet worden een goed beheer uit te oefenen. Indien technologische ontwikkelingen, verontreiniging of ander menselijk ingrijpen een gebied mogelijkerwijs dreigen te veranderen dient dit aan de verantwoordelijke instantie te worden doorgegeven. Indien noodzakelijk roept deze instantie een Conferentie bijeen. Deze Conferentie doet aanbevelingen waarmee rekening gehouden dient te worden.

Ook het bovenwatergedeelte van het Lac wordt door de overheid formeel als natuurgebied beschouwd, hetgeen inhoudt dat er geen grootschalige toeristische ontwikkelingen op Cai en Sorobon komen (R.P. Saleh, pers. meded.). Een motie van het eilandscollege *d.d.* 27 juni 1989 (Appendix 1) betreft echter alleen de bestemming van het schiereiland Sorobon. In het Structure Plan van Bonaire (1990) wordt gemeld dat het Parlement van Bonaire de *intentie* heeft om de "Lac-Cai area" de status van "protected preserve" te geven en toekomstige commerciële ontwikkelingen uit te sluiten. Wel wordt aanbevolen te onderzoeken welke kleinschalige vormen van dagrecreatie kunnen worden ontwikkeld. Het Structure Plan van Bonaire (1990) stelt voor het Lac in haar huidige staat te bewaren als "Conservation Area". Daarin zijn geen permanente structuren toegestaan. Elke fysische verandering aan het milieu, inclusief aanleg van wegen, electriciteitslijnen en waterpijpen, dammen, putten etc. zouden moe ten worden onderworpen aan een environmental impact study om het effect van de voorgestelde veranderingen aan te geven. Bezoeken aan een conservation area zouden alleen een dagelijks karakter mogen hebben. Overnachtingen zijn alleen mogelijk met voorafgaande toestemming. Voor Cai wordt een "Linear Beach Park" voorzien, zijnde een open recreatiegebied waarin speeltoestellen, picknicktafels en barbecuepits zijn toegestaan, alsmede "openwalled structures" tot 4 m hoog.

Overigens dient vermeld te worden dat de bovenwaterstatus alleen betrekking heeft op een smalle strook rond om het Lac. De precieze grenzen worden niet aangegeven. De Plantages Bakuna in het noorden en Lima in het westen zijn privé eigendom en het is niet eenvoudig om hiervoor natuurbeschermende maatregelen uit te vaardigen. De ontwikkeling van het

Lac Bay Resort, aan de rand van het Lac, vindt plaats op de plantage Lima en dus op grond in privé eigendom. De overheid houdt rekening met een "lichte ontwikkeling". Voor Wanapa / San José in het noordwesten geldt een akkerbouwbestemming (Bonaire Structure Plan 1990).

4. FOTOGRAFISCH EN CARTOGRAFISCH MATERIAAL

4.1. Luchtopnamen

Er bestaan diverse luchtfoto's van het Lac die gebruikt kunnen worden om een overzicht te verkrijgen van de historische ontwikkeling van dit gebied.

In 1949 en april 1961 werden door KLM Aerocarto verticale luchtfoto's gemaakt van Bonaire. De laatste vormen de basis voor de topografische kaarten uit 1963. Een aantal van deze foto's en details zijn afgedrukt in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969).

In Zaneveld (1958) staat zowel een vogelvluchtopname van het gehele Lac alsmede een verticale opname van de omgeving van Sorobon / Awa Blanku.

Op 29 augustus 1967 werden door W. ter Hart een aantal vogelvluchtopnamen (schuin) van het gebied gemaakt die zijn gepubliceerd in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969).

In mei 1977 werden door Aerocarto luchtfoto's gemaakt van Bonaire in opdracht van de Dienst van het Kadaster. Deze vormen de basis voor de topografische kaarten uit 1982. Een serie afdrukken (1 :30.000) is aanwezig bij het Kadaster op Curaçao. De heer Calvo van het Kadaster was zo vriendelijk inzage te verschaffen in dit fotomateriaal. Met name foto # 2118 (strook 3) is van belang daar zij het gehele Lac beslaat. Een stereo-overzicht kan verkregen worden door combinatie van deze foto met # 2120 (strook 3) of # 2134 (strook 5) voor respectievelijk het Lac ten noorden van Sorobon of het gehele Lac.

Alle bovengenoemde opnames betreffen zwartwit materiaal.

Omstreeks 1983 maakte de heer Sieverding kleurenfoto's van de zuidwesthoek van het Lac i.V.m. de daar gegraven lagune, maar ook enkele van Cai en Sorobon.

In 1985 werd een verticale kleurenopname gemaakt ten behoeve van het ontwikkelingsplan van Ir. C. M. Wilson. Een afdruk hiervan is in het bezit van Marcultura. Deze laatste foto werd als basis gebruikt voor de in dit rapport gepresenteerde kaarten.

In oktober/november 1990 werd door Akzo Salt Antilles een dia van het zuiden van het Lac gemaakt in verband met de daar geplaatste watermolen.

Op 6 maart 1992 werden door de auteurs van dit rapport verticale en vogelvluchtopnamen gemaakt (dia's en foto's, zie beschrijving sectie 5.3.1).

4.2. Overig fotomateriaal

Foto's genomen op zeeniveau kunnen een goede indruk geven van de situatie in het verleden. Een 22 tal zwartwitopnamen kan worden gevonden in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, Fig. 33-55). Fig. 52 betreft een onderwaterfoto. Andere opnames staan in Wagenaar Hummelinck (1977, Plate XXVIIa (Dam), XXVIII - XXX). Tenslotte staan nog enkele opnamen in Westerman en Zonneveld (1956).

In 1992 zijn door de auteurs van dit rapport dia's gemaakt van de verschillende terreintypen e.d. (zie sectie 5.3.2.)

4.3. Cartografisch materiaal

Kaarten uit 1866 en 1911 zijn gereproduceerd in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969). De topografische kaart uit 1963 wordt door hen beschreven als onvoldoende voor het Lac. De kaart uit 1982 is wel iets verbeterd, een aantal eilanden zijn inmiddels als zodanig ingetekend, maar Isla Fogon ontbreekt en Isla di Pedro en Isla di Chico zijn met het land verbonden. Isla Yuwana wordt als zand aangegeven i.p.v. als rotsachtig gebied. Tussen Punta Kalbas en Cai zijn twee niet bestaande eilandjes getekend, zij het dat het "eilandje" bij Cai een ondiepte vertegenwoordigt waarvan de vegetatie bij extreem laag water boven water zichtbaar is. In het zuiden van Boca Djukfes is langs de mangroven een niet bestaande landweg getekend. Vooral in het noorden bij San José wordt een ononderbroken opvulling met mangroven gesuggereerd die er in werkelijkheid niet is. Geconcludeerd kan worden dat een goede topografische kaart van het Lac niet beschikbaar is.

5. METHODEN

5.1. Plaatsbepaling

Plaatsbepalingen werden gedaan door verrichten van kruispeilingen op een aantal vaste punten met een peilkompas. Hiervoor werden de volgende objecten gebruikt: de meest noordelijke Karkóhoop bij Cai, het vissershut je bij Punta Rancho, de kadasterpaal bij Punta Kalbas, het Lac Bay Resort, het middelste paviljoen van de Sorobonruïne en het pomphuis van Marcultura. Verder werden op een vijftal posities rond de noordwestrand van het open Lac, tussen Punta Calbas en Boca di Pos bakens aangebracht. Deze bakens bestonden uit polystyreen borden van 80 bij 50 cm die met touwen op ongeveer twee meter boven de waterspiegel tegen de *Rhizophoramangroven* werden gebonden. Ook op een drietal punten rond het Puitu werden dergelijke markeringen aangebracht. De posities van deze markeringen werden door middel van driehoekspeilingen vastgelegd. Peilingen werden opgenomen en verwerkt ten opzichte van het magnetische noorden (westelijke variatie -8°).

5.2. Transport en toegankelijkheid

Voor de metingen in het open Lac en in de randbaaien werd gebruik gemaakt van de "Veliger", een kleine Boston Whaler (-15 voet) met buitenboordmotor, van Marcultura. Vanwege zijn geringe diepgang was dit een uitstekende boot voor dit type werk. De buitenrand van het gebied kon overal bereikt worden per auto. Afgezien van de noordwestrand bij San José lopen rond het gehele gebied wegen (Fig. 5). Kreeken en binnenbaaitjes konden snorkelend worden bereikt. Baaitjes die waren dichtgegroeid met de viltalg *Avrainvillea* konden snorkelend alleen bij hoog water worden verkend waarbij een compleet duikpak werd gedragen vanwege de aanwezigheid van het stekende zeeanemoontje *Bunodiopsis antilliensis*. Het Puitu kan worden bereikt met een bootje door een mangroventunnel. Bij het verkennen van kreeken bleek het gebruik van een goed muskietenwerend middel onontbeerlijk.

De meeste eilanden waren bereikbaar vanaf de buitenrand van het gebied. Het Isla di Yuwana kon wadend worden bereikt door het Awa Yuwana Noord. Isla di Pedro en Isla Rancho waren bereikbaar door een klein man grovenkanaal t je bij Rooi Pedro en vervolgens door de Kreek di Pedro, maar ook per boot vanaf Punta Rancho. Alleen het kleine Isla Fogon bleek in de praktijk onbereikbaar. Isla di Chico was het best bereikbaar oostelijk van het midden, wadend door het A wa Lodo di Bakuna. Het bleef echter een moeizaam omdat men daarbij tot meer dan een halve meter in het slib wegzakte. De eilanden konden verder uitstekend te voet verkend worden.

5.3. Fotografie

5.3.1. Luchtfotografie

5.3.1.1. Uitvoering

Op de ochtend van 6 maart 1992 werd met een vierpersoonstoestel boven het Lac gevlogen teneinde luchtopnamen te maken. Er werden twee vluchten uitgevoerd. Tijdens de eerste vlucht op 3000 voet werden vogelvluchtopnames (schuin) gemaakt op kleurenomkeerfilm, kleurnegatieffilm, en false-color omkeerfilm (infrarood gevoelig materiaal). Tijdens de tweede vlucht werden ook vogelvluchtopnames gemaakt, maar er werd gevlogen op 6000 voet om verticale overzichtsopname's te maken. Helaas dreven op dat moment wolken het gebied binnen zodat voor wat betreft de verticale overzichtsopnames alleen enkele false-color opnames beschikbaar zijn.

5.3.1.2.

Camera's:	klein beeld spiegelreflex Olympus OM2 en Canon A1.
Belichtingstijd:	250 ⁻¹ sec. of korter.
Lenzen:	28 mm (overzichtsopnames), 50 mm en telezoom 70-210 mmo
Technische gegevens	

Bij gebruik van een kleinbeeldcamera werd een schatting van de lengte (L, in km) van het opnameveld gemaakt door de formule $L = (36 \times H)/B$. H is de vlieghoogte (in km) en B de brandpuntafstand van de lens in mmo De breedte van de opname is tweederde van de lengte. Zo gaf een 28 mm lens op 1 km hoogte een veld van 1,29 bij 0,86 km.

Films:

Kleurendiafilm: Ektachrome 100 en Fuji HR 100.

Kleurnegatieffilm: Fuji Super HG 100.

False-color diafilm: Kodak Ektachrome Infrarood, een kleurenfilm die werd belicht als 100 ASA.

De lens was voorzien van een midden geelfilter (B&W).

Op de false-color film wordt groene reflectie weergegeven als blauw, rode reflectie als groen en infrarode reflectie als rood. Blauw licht kan de film niet bereiken door het gebruik van het geelfilter. Wat op een normale kleurenfilm als groen wordt weergegeven is op de false color film dus blauw. Daarnaast reflecteren verschillende plantesoorten de voor het menselijk oog onzichtbare infrarode straling in uiteenlopende mate, een verschijnsel dat samenhangt met de specifieke cellulaire opbouw. Daardoor levert de rode component op de film vaak extra informatie over vegetatietypen ten opzichte van gewone kleurenfilms. Met name het verschil tussen levende en dode componenten in vegetaties komt op de false colorfilm duidelijk naar

voren. Omdat infrarood nauwelijks in water doordringt heeft het gebruik van een dergelijke film vooral waarde voor vegetaties die droog liggen of boven water uitsteken.

5.3.2. Overige bovenwaterfotografie

Naast mangrovenpanorama's (sectie 5.6.1) zijn dia's gemaakt van verschillende locaties (land • schappen), menselijk gebruik en enkele vogelsoorten.

5.3.3. Onderwaterfotografie

Enkele onderwaterfoto's (dia's) zijn gemaakt met een Nikonos V amphibie camera voorzien van fisheye 15 mm lens.

5.4. Fysische bepalingen

5.4.1. Diepte

Een twaalfstal diepteprofielen werd gemaakt m.b.v. een schrijvende computer sonar (Lowrance X-15MA fishfinder) die in de "Veliger" was geïnstalleerd. Door met constante snelheid een bepaalde koers te varen werden de profielen vervaardigd. De positie van deze raaien is weergegeven in Fig. 6. Er werden markeerstrepen op het profiel geplot op het moment dat peilingen op bakens of andere oriëntatiepunten werden verricht. De gemeten dieptes werden gecorrigeerd voor sensordiepte. De waterstand bij peilschaal A (sectie 5.4.3.) bedroeg ongeveer 20 cm boven het laagste punt ten tijde van de opnames. Dit is een paar cm hoger dan het gemiddelde peil bij A, maar gezien de seizoensmatige variatie in getij (sectie 3.6.) kunnen de aangegeven dieptes worden beschouwd als gemiddelde diepte met een nauwkeurigheid van ± 10 cm.

Diepte-metingen werden ook verricht op verschillende monsterpunten en wel met een polsdieptemeter (Suunto "Solution") of middels een loding met een meetlint in combinatie met de Secchischijf. Uit in totaal ongeveer 80 raai- en andere lodingen (Fig. 7) werd een dieptekaart samengesteld.

5.4.2. Strooming

Zowel in het Lac zelf als in Kreek Pedro werden een aantal stroommetingen verricht. Op de meetpunten bedroeg de strooming ten hoogste een halve meter per seconde, hetgeen te weinig was om de aanvangsweerstand van de meegebrachte stroommeter te overwinnen. Daarom werd de strooming bepaald door het volgen van deeltjes langs een in het water gehouden duim- . stok van 1 m lengte, waarbij de passageduur werd gemeten met een onderwaterstopwatch.

Hieruit werd de stroomsnelheid berekend. Door combinatie met getijmetingen, temperatuurprofielen, zoutgehaltes en visuele waarnemingen van stroomrichting en luchtfoto's werd hieruit een globale stroomkaart van het gebied samengesteld.

5.4.3. Getij

Op 2 maart werd bij Cai een peilschaal aangebracht. Deze bevond zich aan de beschutte noordoosthoek van het schiereiland. Op 9 maart werden op nog 10 andere plaatsen peilstokken geplaatst (Fig. 8). Deze bestonden uit staven betonijzer (\varnothing 12 mm) van 1,5 m lengte. Zij werden met een hamer in spleten in de kalksteen bodem vastgezet. Op een paar dm boven de waterspiegel werd een stukje tape aangebracht. De waterstand werd gemeten door de afstand te bepalen tussen de onderkant van het tape tot aan de waterspiegel. Op beschutte plaatsen kon dit met een nauwkeurigheid van een halve cm. Op meer geëxponeerde plaatsen zoals bij het betonnen piertje bij Cai en op de punt bij Sorobon was de golfbeweging veelal dermate onregelmatig dat een schatting van het waterniveau werd gemaakt door te bepalen welk niveau zich even lang onder als boven water bevond. Bij verschillende gelegenheden tijdens ander veldwerk werd het waterniveau geregistreerd. De verschillende niveau-gegevens staan in Appendix 2.

Op 14 maart werd op alle 11 plaatsen het niveau 6 tot 9 maal opgemeten, met name rond het tijdstip van hoogwater. Een dergelijke getijdemeting is met twee personen uitvoerbaar, waarbij beiden voortdurend langs 5 à 6 locaties heen en weer rijden en de standen noteren. Uit de aldus verkregen gegevens konden de vertraging in het tijdstip van hoogwater ten opzichte van de peilschaal bij Cai en de getij amplitude worden afgeleid.

De getijcurve rond het tijdstip van hoogwater op 14 maart werd met behulp van de computer benaderd door toepassing van een "curve fitting" programma dat gebruik maakte van een derde-, vierde- of vijfdegraads polynoom (computerprogramma Deltagraph). Het tijdstip van hoogwater werd bepaald uit de eerste afgeleide van deze functie (nulpuntbepaling door iteratie met een HP32s calculator).

5.4.4. Temperatuur

De watertemperatuur werd bepaald met een sensor op de geleidbaarheids- of zuurstofmeter (sectie 5.5.1. en 5.5.2.).

Op een 32 tal punten (Fig. 9) werd de temperatuur gemeten. Als de waterdiepte groter was dan 1 meter werd ook de bodemtemperatuur bepaald door een watermonster te nemen en hiervan in de boot direct de temperatuur te meten. Ten westen van Sorobon en voor Punta Rancho werden horizontale temperatuur profielen gevaren. Op 14 maart werd tijdens de getijdemetingen ook telkens de watertemperatuur bepaald (App. 2) zodat een beeld ontstond van de temperatuurfluctuatie op diverse plaatsen gedurende een periode van *ca.* 7 uur.

5.4.5. Zicht

Op de in Fig. 9 aangegeven monsterpunten werd het zicht bepaald met een Secchischijf. Dit gebeurde verticaal, of - als de waterdiepte dat niet toeliet - horizontaal, door te bepalen op welke afstand de in verticale positie in het water gehouden Secchi schijf nog net zichtbaar was. De horizontale meting gebeurde doordat de waarnemer zich met een duikbril in het water bevond. De kijklijn werd hierbij loodrecht op de invallende zonnestraling gehouden. Er werd genoteerd wanneer er sprake was van bewolking.

5.5. Chemische bepalingen

Op 32 locaties (Fig. 9) werden zuurstofgehalte en -verzadiging gemeten. Daarnaast werden op deze punten watermonsters genomen ter bepaling van saliniteit en nutriëntengehaltes (voedingsstoffen), namelijk ammonium, fosfaat, nitraat, nitriet en silicaat.

5.5.1. Saliniteit

De saliniteit is bepaald met een refractometer (type Aquafauna, Japan). Tevens is de geleidbaarheid bepaald met een draagbare LFR 91 van WTW. Deze bleek bij hoge zoutgehaltes echter een te lage waarde aan te geven (de geleidbaarheid kan worden beïnvloed door andere bestanddelen in het water dan zout alleen). Door middel van een ijkcurve die werd samengesteld uit metingen van monsters waarvan zowel de brekingsindex als geleidbaarheid werd bepaald kan alsnog het zoutgehalte worden bepaald indien alleen de geleidbaarheid bekend is.

Indien de diepte groter was dan 1 meter werd ook van een bodemwatermonster de saliniteit gemeten. Op 14 maart werd tijdens de getijdemetingen op de punten D, E, F, G en K (Fig. 8) telkens een watermonster genomen zodat een beeld van de saliniteitfluctuatie op deze plaatsen ontstond.

5.5.2. Zuurstof

Zowel zuurstofgehalte (mg/l) als verzadigingspercentage werden gemeten met een draagbare Oxi 96 B / Set van WTW. In de zeer zoute ondiepe gedeelten ten noorden van de mangrovegordel was dit niet altijd voldoende betrouwbaar mogelijk omdat zuurstofmeters niet berekend zijn op dergelijk extreem hoge zoutgehaltes.

5.5.3. Nutriënten

Watermonsters werden genomen in polytheen flessen van 250 ml, die driemaal waren voorgespoeld met een oplossing van zoutzuur (1 : 1) en vervolgens met monsterwater. In het veld

werden ze opgeslagen in een koelbox waarna ze binnen enkele uren werden gefiltreerd met een Pneumatische Antlia (Schleicher & Schuell) en geanalyseerd op ammonium, nitriet en silicaat. Deze analyses vonden plaats met Aquaquant testkits van Merck. Ammonium werd hierbij colorimetrisch gemeten met indophenolblauw (Berthelots reactie), nitriet door een reactie met sulfanilzuur en n-(1-naphtyl)-ethyleendiamide tot een rode azokleurstof (GrieBreactie) en Silicium door colorimetrie van gereduceerd B-silicomolybdeen-zuur. Voor de analyses werden verdunningen toegepast indien de zoutgehalten meer dan twee maal zo hoog waren als de saliniteit van oceaanwater. Gefiltreerde monsters van 30 ml werden ingevroren en later in bevroren toestand meegenomen naar Nederland en aldaar door de Dienst getijdewateren van Rijkswaterstaat (Middelburg) met een autoanalyser op dezelfde nutriënten alsmede fosfaat en nitraat geanalyseerd.

5.6. Biologische bepalingen

5.6.1. Boven water

Waarnemingen aan vogels werden gedaan met een 8 x 40 kijker.

Van belangrijke vegetatiecomponenten werd het bedekkingspercentage geschat. Van onbekende planten werd een monster verzameld ter determinatie.

Panorama-opnamen. Vanaf een aantal referentiepunten - Cai (voor de meest noordelijke Karkóberg) en Sorobon (op de bovenverdieping van het meest noordelijke paviljoen, vanaf de oostkant) - werden aaneensluitende series dia's genomen die tezamen een panorama van de mangrovenvegetatie opleverden. De dia's werden geprojecteerd en de mangrovencontouren alsmede markante punten overgetrokken. Doordat kompasrichting en gebruikte lens vastlagen kon uit de hoogte op de dia's de hoogte van de mangroven worden afgeleid indien de afstand tot het opnamepunt bekend was. Ook indien de afstand niet bekend is kunnen de panorama's fungeren als een referentie voor het aangeven van veranderingen in de toekomst. De nauwkeurigheid van deze methode werd bepaald door de hoogte van het mangroveilandje voor Punta Rancho te bepalen vanaf beide referentiepunten: Vanaf Cai resulteerde dit in 7,6 m en vanaf Sorobon in 7,2 m. Dit betekent een afwijking van 5%. Ook vanaf de landtong in het noordwesten van het Isla di Chico werden enkele dia's gemaakt met bekende kompasrichting, waaruit gegevens betreffende de hoogte van mangroven werden afgeleid.

De individuele metingen zijn minder nauwkeurig dan wanneer de hoogte wordt bepaald met een telescopische meetlat of met een clinometer, maar de laatste methoden zijn alleen uitvoerbaar indien de betreffende mangroven bereikbaar zijn. Dit was in het onderzoeksgebied lang niet overal het geval. De panoramafoto methode biedt bovendien het voordeel dat een meer integraal beeld ontstaat en dat zij aanmerkelijk minder arbeidsintensief is. Een probleem is wel dat de positie van de mangrovenbasis vaak geschat moest worden, maar bij het vastleggen van veranderingen in tijdreeksen is dit minder bezwaarlijk.

5.6.2. Onder water

Inventarisaties vonden plaats op en rond de 32 monsterpunten en langs enkele transecten. Het biologisch beeld wordt gecompleteerd door waarnemingen van meer incidentele aard.

Op de meeste plaatsen werd de aanwezigheid van wieren, zeegrassen en grotere soorten epifauna (met name Karkó, zeesterren en zeeëgels) vastgesteld alsmede hun bedekking geschat door een combinatie van methoden:

Vanuit de boot: met een kijkdoos (een houten doos met glazen bodem).

In het water: Observaties veelal snorkelend. Alleen in de diepere gedeelten van het gebied zoals in Boca di Lac en in het gebied rond de Binnenklip was het makkelijker om duikapparatuur (scuba) te gebruiken zodat langduriger geobserveerd kon worden.

Soms was er sprake van zulke geleidelijke overgangen in vegetatietypen (m.n. zeegrassen *Halimeda* vegetaties) dat het handig bleek te zijn daarvan een overzicht te verkrijgen door een waarnemer/snorkelaar achter de boot aan te slepen. Daarmee konden transecten van 1 km lengte en meer worden overzien.

Algen en kleine epifaunasoorten en sponzen werden meestal snorkelend waargenomen en bemonsterd. Op alle beschreven locaties zijn de waargenomen algen genoteerd en/of bemonsterd. In totaal zijn 140 wieren-monsters geconserveerd en na terugkomst in Nederland gedetermineerd. Enkele monsters werden niet definitief op naam gebracht, de betreffende wieren zijn in Appendix 1 met "cf" aangegeven. (Microscopisch) kleine groenwieren (*Cladophora-achtigen*) en rood wieren (e.g. *Polysiphonia*) zijn met "sp." aangegeven. Het voert te ver deze tot op soortsniveau te determineren. Blauwwieren zijn vanwege het specialistische karakter (microscopisch determineerwerk) en de beschikbare middelen niet nader onderzocht.

Infauna werd bemonsterd door met een buis (binnendiameter 76,5 mm) kernen te steken en deze vervolgens te zeven over een maaswijdte van 1 mm. Het zandige materiaal was vaak zo grof dat zij deels achterbleef op deze maaswijdte. Een 2 mm zeef zou in dit geval wellicht betere resultaten geven. Overigens is deze methode ongeschikt om dieper levende fauna zoals de kreeftachtige *Callinassa* of de gravende zeekomkommer *Holothuria arenicola* te pakken te krijgen. Het voerde echter te ver om hiervoor speciale monsterapparatuur in te zetten.

5.6.3. Vissen

Door de helderheid van het water (zowel in het open Lac, de randbaaien als in de kreek) was het mogelijk om door middel van visuele waarneming (snorkelend) een goede indruk van de visstand te krijgen.

In het Puitu en in Kreek di Pedro werd ook getracht met fuiken een indruk van de aanwezige visfauna te krijgen. Dit leverde in een aantal gevallen soorten op die ter plekke niet snorkelend waren waargenomen. Het controleren en repareren van de fuiken nam echter onevenredig veel tijd in beslag en bleef daarom beperkt tot enkele vangsten.

5.6.4. Conservering

Verzameld biologisch materiaal, zowel algen als de meeste faunagroepen werden opgeslagen in formaline 4%. Sponsmonsters werden op alcohol 70% gezet.

5.6.5. Determinatie

Determinatie vond zowel in het veld, elders in Bonaire als in Nederland plaats.

Een praktisch probleem is de nomenclatuur van de algen, welke afhankelijk is van de geraadpleegde literatuur. Als leidraad is de recente (foto)veldgids van Littler *et al.* (1989) gehanteerd. Zij baseren zich met name op Taylor (1960). Door Van den Hoek *et al.* (1972) is een typologie van wieren-vegetaties opgesteld voor baaien en lagunes op Curaçao en het Lac op Bonaire. Zij baseren zich wat nomenclatuur betreft met name op Parke & Dixon (1968). Beide systemen zijn in de praktijk niet volledig vergelijkbaar. Dit betekent dat de in dit onderzoek gevonden resultaten op soortsniveau niet volledig met Van den Hoek *et al.* (1972) vergeleken kunnen worden. Om dit probleem te ondervangen is meer diepgaande literatuurstudie noodzakelijk. Gezien de vraagstelling en doelstelling van de onderzoeksopdracht is dit niet uitgevoerd. Volstaan is met determinatie aan de hand van Littler *et al.* (1989). De determinatie van enkele wiermonsters zijn door Littler en Brooks (Natural Museum of Natural History te Washington) gecontroleerd.

Landplanten werden hoofdzakelijk gedetermineerd met Arnoldo Broeders (1964), koralen met Cairns (1982), schelpdieren met Morris (1975) en De Jong en Kristensen (1965 en 1968) en vissen hoofdzakelijk met Randall (1968), Stokes (1980) en Fisher (1978). Voor alle groepen werd ook gebruik gemaakt van Voss (1980) en Kaplan (1988). Voor vogels werden Voous (1983) en Bond (1971) geraadpleegd.

5.6.6. Verwerking

Een deel van de gegevens werd op Bonaire opgeslagen met een Macintosh computer van Fundashon Marcultura. In Nederland werd een Macintosh SE/30 computer gebruikt voor tekstverwerking (M.S. Word 4.0), samenstellen van tabellen (Excel 3.0a) en kaarten (Canvas 3.0.3.). Statistische informatie werd verwerkt met Deltagraph Professional (2.0).

6. RESULTATEN

6.1. Fotografie/Kartering

Van de negen films met luchtopnamen zijn 23 opnamen geselecteerd en als een fotobijlage (Appendix 4) bij dit rapport gevoegd. Originelen van diapositieven en negatieven bevinden zich in het archief van Bureau Waardenburg. De geselecteerde opnamen geven tesamen een totaalbeeld van het Lac. Tevens ontstaat een indruk van de bruikbaarheid van de verschillende filmtypen.

Filmtypen. Op de false-color film is op de overgang tussen mangroven en water veelal een "gladde" en relatief rode zoom te zien (bijv. foto gen 16). Deze zoom komt overeen met de aanwezigheid van Rode mangrove (*Rhizophora*). De lichter rode oppervlaktes daarbinnen met een meer gevlekte structuur betreffen Witte mangrove (*Avicennia*). Een dergelijk verschil in textuur wordt ook door Hopley (1978) aangegeven. I.h.a. is op de false-color film het contrast tussen vegetatie (rood) en gebieden zonder bladgroen, zoals water en slibvlaktes, groot. Bij gewone kleurenfotografie is de betreffende overgang vaak minder duidelijk doordat mangroven zowel als water en slibvlaktes bruine tinten kunnen bevatten. Daartegenover staat dat kleurenfotografie fijnkorreliger is waardoor bijvoorbeeld de grijze skeletten van dode mangroven duidelijker zichtbaar zijn. Door beide filmtypen te combineren ontstaat een optimale hoeveelheid informatie, met name wanneer uitspraken gedaan moeten worden over de status van mangroven.

De scherpe overgang tussen het donkere door *A vrainvillea* gedomineerde water van bij v . Boca di Coco (foto 6 en 7) en het lichter gekleurde water daarbuiten, is op beide filmtypes te zien. Details die op de verschillende opnames zichtbaar zijn zullen ter sprake komen bij de behandeling van de verschillende gebieden (sectie 6.3 en 6.4).

Dia's van de diverse locaties, landschappen (o.a. mangrovenpanorarna's), vogelsoorten en menselijk gebruik (7 films à 36 opnamen boven water en een film onder water) bevinden zich eveneens in het fotografisch archief van Bureau Waardenburg.

6.2. Hydrografie

6.2.1. Dieptes

Enkele voorbeelden van sonarprofielen worden gegeven in Fig. 10. Een overzicht van de gemeten dieptes staat in Fig. 7. Opvallend is het ongeveer 1 m diepe plateau van Awa Blanku. De vorm van dit gebied kan worden verklaard doordat er naar het noorden toe een toenemende hoeveelheid water wordt afgevoerd wat even daarvoor over het plateau is binnengestroomd. Dit stromingspatroon resulteert in een sterke dieptegradiënt aan de westkant van

Awa Blanku. Een andere plaats met een relatief groot diepteverval is de westkust van Sorobon. De grootste diepte van 7 m wordt bereikt in de monding van het Lac. Een aantal opvallende dieptes aan de rand van het gebied (het Puitu, Boca di Coco en Boca Fogon) zijn gelegen op plaatsen waar vroeger waarschijnlijk sprake was van grote stroomsnelheden ten gevolge van de uitwisseling tussen het open Lac en het gebied achter de eilanden. De aangegeven isobaten komen redelijk overeen met Wagenaar Hummelinck en Roos 1969. De grootste gemeten dieptes in het Puitu en Boca di Coco zijn echter wat groter.

6.2.2. Regenwaterafvoer

Tot en met 1951 was Cai in de regentijd onbereikbaar. Daarna werd niet alleen een weg aangelegd maar ook een dam bij Bakuna die regenwater tegen hield.

De potentiële jaarlijkse regenwaterafvoer vanuit Lima bedraagt naar schatting $1 \times 2 \text{ km} \times 500 \text{ mm} = 10^6 \text{ m}^3$ per jaar. Vanaf Bakuna bedraagt zij ongeveer $2,4 \times 1,3 \text{ km} \times 500 \text{ mm} = 1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ per jaar. De dam beperkt toevoer dus tot 40%. Aangezien de toevoer vanuit Bakuna in eerste instantie in de Awa Lodo's terecht komt is de dam vooral voor dit gebied van belang. Ten opzichte van het gehele Lac oppervlak betekent de aanleg van de dam een reductie van de zoetwatertoevoer van maximaal 30 %. Hierbij wordt verondersteld dat er bij Bakuna geen regenwater de bodem indringt en dat er ook geen water via de overlaten ter weerszijde van de dam naar het Lac stroomt. (Overlaten liggen precies op het niveau van de labado bij de "tera cora delta" (Bussmann, mond. inf.), zodat een overmaat aan water alsnog naar het Awa Lodo di San José kan stromen).

In Fig. Sis aangegeven waar de twee labado's en de diverse duikers zich bevinden.

6.2.3. Waterniveau en -uitwisseling

6.2.3.1. Korte-termijn niveaufluctuatie

Helaas was de schrijvende getijmeter van Akzo Salt Antilles gedurende februari en maart 1992 regelmatig defect waardoor de preciese tijdstippen van hoog- en laagwater niet konden worden vastgesteld, laat staan voorspeld. Incidentele waarnemingen in de week van 9 maart deden echter vermoeden dat omstreeks 14 maart een maximum in de dagelijkse getijfluctuatie zou kunnen plaatsvinden. Er werd voor deze datum gekozen om een reeks metingen te verrichten zodat zowel de waterstandfluctuatie als hoogwatervertraging met een maximale nauwkeurigheid kon worden bepaald.

Alle waterstandmetingen staan in Appendix 2. Voor elk punt werden de metingen gedaan ten opzichte van een arbitrair niveau (voor beschrijving methode zie sectie 5.4.3.). In de tabel wordt het niveau aangegeven ten opzichte van het ter plekke laagst gemeten niveau. De fluctuaties in waterstand zoals gemeten op 14 maart staan in Fig. 11. De vertraging in het tijdstip van hoogwater ten opzichte van de peilschaal bij punt A staat in Tabel 1. Ook is zij in beknopte vorm weergegeven in Figuur 8.

Het open Lac. Het getij verschil in het open Lac bedroeg maximaal ruim 30 cm. De vertraging in h.oogwater in het open Lac, bij B (Cai), bij O (Sorobon) en L (Punta Kalbas) bedraagt 18 tot 32 minuten ten opzichte van A. Vooral op de punten B en O kon het niveau niet nauwkeurig worden gemeten tengevolge van het effect van golfslag zodat het goed mogelijk is dat er nauwelijks sprake was van een verschil tussen A en deze locaties.

Het noordelijk deel van het Lac. Wagenaar Hummelinck & Roos (1969) vermeldden dat het Awa Lodo di Bakuna niet meer reageerde op getij. De punten Fen G (Fig. 11) vertoonden anno 1992 ook nauwelijks dagelijkse fluctuatie. Wel werd gedurende de onderzoeksperiode in maart een variatie van 6 respectievelijk 11 cm gemeten (Tabel 1). Blijkbaar betekent de beperkte opening vanuit het open Lac een restrictie voor dagelijkse fluctuaties, maar leidt een langdurig niveauverschil wel tot een reactie. Iets dergelijks gold ook sterk voor het geheel door mangroven van de rest van het Lac gescheiden water bij meetpunt D (Fig. 8). Op 14 maart bedroeg de dagelijkse fluctuatie slechts 1,5 cm maar van 9 tot 13 maart werd een verschil van 24 cm gevonden (Fig. 11, Tabellen App. 2).

Ten tijde van dit onderzoek stond het noordelijk deel van het gebied achter de eilanden (Awa Lodo's, Awa Lodo di Chico) in contact met het open deel van het Lac (Boca di Coco) via de Kreek di Coco. Dit is een door vissers opgehouden kanaaltje door de mangroven van waaruit vervolgens de zandige landtong bij Awa di Coco wordt doorsneden (foto 6). Mogelijk fungeert deze doorsnijding als een drempel. Dit zou de snelle stijging van het water bij E vlak voor hoog water (Fig. 11) verklaren. Direct ten westen van Awa di Coco ontstaan bij lage waterstand vrijwel geïsoleerde plasjes. Hier en daar zijn echter toch nog smalle diepe geulen van wel 50 cm diep die moeten ontstaan als er veel stroom staat.

Het westelijk deel van het Lac. Dit deel van het Lac, achter Isla di Pedro en Isla Rancho en in het noorden tot aan Punta Wanapa kent een beduidend betere uitwisseling met het Lac dan voornoemd gedeelte. Deze uitwisseling wordt verzorgd door de Kreek di Pedro. Dit water staat door middel van twee openingen in contact met het open Lac. In de Kreek di Pedro bedraagt de hoogwatervertraging slechts 35 minuten en varieerde de waterspiegel op 14 maart 26 cm, *i.e.* 87% van de waarde bij het referentiepunt A bij Cai. In Awa Yuwana zuid en noord liep de vertraging op tot drie uur (Fig. 8, punt I en H) met een niveauvariatie van 15 cm.

In 1961 was de verbinding tussen Awa Yuwana z. en het Awa di Pedro nog vanuit de lucht te zien (Fig. 18 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)). Dat het getij verschil in het eerste water nu nog maar 60% is van wat er in de Kreek di Pedro wordt gemeten (in 1967 85%) zal ongetwijfeld verband houden met het dichtgroeien van deze verbinding (foto 9). In 1969 bedroeg het verschil in tijdstip van hoogwater 1h 5' (Fig. 6 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)). Nu is dit opgelopen tot 2h 34' (Fig. 8, punten H en K).

Bij Punta Wanapa (G) werd geen invloed van het getij meer gemeten. De stroomgeultjes ten noorden van punta Wanapa (foto 9 en 13) geven echter aan dat er ter plekke wel sprake kan zijn van een geringe uitwisseling tussen het noordelijke en het oostelijke deel van het

gebied achter de eilanden. In hoeverre er ook nog uitwisseling is via de mangroven tussen Punta Wanapa en Isla Fogon is niet bekend.

Awa Molina en A wa Djukfes. Deze wateren worden geheel door mangroven van het open Lac (Boca Djukfes) gescheiden. Awa Djukfes (meetpunt N) reageert beter op het getij dan Awa Molina (meetpunt M). In A wa Molina wordt een deel van het water onttrokken door een windmolen.

6.2.3.2. Lage waterstanden

In maart 1992 bereikte de waterstand erg lage waarden getuige de problemen bij Fundashon Marcultura om voldoende water op te pompen uit het inlaatkanaal. Op 14 maart om 17.40 uur kwam de vegetatie van de ondiepte voor het strand bij Cai boven water (vgl. ook Fig 11, locatie A en B). Op 7 maart omstreeks 9.00 h was de waterstand enkele centimeters hoger (App. 2), maar wel zo laag dat ook toen de toppen van het zeegras *Thalassia* boven water uit kwamen. Een lage waterstand in dit jaargetijde bevestigt hetgeen reeds in sectie 3.6 werd gemeld.

Door de lage waterstand was er een slechte uitwisseling tussen het open Lac en het ondiepe gedeelte ten noordwesten van de eilanden. Hierdoor kon de watertemperatuur oplopen tot waarden omstreeks de 35°C (Fig. 11, stations Fen G). Dit verklaart dat op 9 maart dode vis (*Cyprinodon* en kleine mojarra's) werd waargenomen tussen de *Avicennia* bij Awa di Coco. Op 10 maart werd in het Awa Lodo di Chico een dode Striped mojarra (*Eugerres plumieris* van 20 cm gevonden en in het Awa Lodo di San José kleine mojarra's.

6.2.4. Stromingen

Het open Lac. Nadat golven over de Dam zijn gebroken stroomt water over het plateau van Awa Blanku in westelijke richting. Aan het oppervlak wordt het water door de wind snel het Lac ingedreven. Dit is goed waarneembaar ten noorden van Sorobon, waar het Secu di Sorobon wordt onderbroken door een zandig kanaal waarin een sterke stroom staat. Omdat dit water nauwelijks de tijd krijgt om in het Lac op te warmen is het relatief koud. Op 17 maart, tussen 9 en 10.00 h werd 25,8°C gemeten. Direct ten noorden van deze stroom was de temperatuur van het water aan het oppervlak 0,5° hoger. Aan de zuidkant van de stroom (ten westen van de punt van Sorobon) werd een sterke temperatuurverhoging gevonden van ruim 1⁰ en nog iets zuidelijker bedroeg de watertemperatuur 27,3 °C. De scheiding van de twee watermassa's is vanuit de lucht goed te zien (foto 19). Het warme water met haar relatief lange verblijf tijd is groen gekleurd, een groenkleuring die gepaard gaat met een laag doorzicht. Station 24 ten oosten en 25 ten westen van Sorobon hebben een Secchiwaarde van respectievelijk 19,8 en 5,9 m (Tabel 2).

Langs de westzijde van het open Lac, voor de kust van Lac Bay tot aan Punta Rancho, wordt op ongeveer 500 m van de mangrovenzoon een vergelijkbare gradiënt gevonden. Op

18 maart (12.00 h) was het water in het centrale Lac wederom 26,3 °C en over zeer korte afstand steeg de temperatuur plotseling met 0,8°. Verder naar de kust toe steeg de temperatuur meer gelijkmatig waarbij in het ondiepe water vlak bij de mangroven 28°C werd gemeten. Ook hier ging de plotselinge temperatuuroename gepaard met groenkleuring. Deze is eveneens terug te vinden in de Secchiwaarden in de raai van de stations 27 naar 30: van 16,3 naar 4,6 m (Tabel 2). De overgang van beide watertypes ging aan het oppervlak gepaard met een stroomnaad waarin ophoping plaatsvond van drijvend materiaal: *Sargassum* afkomstig van buiten het Lac en stukjes *Thalassia* en *Syringodium* uit het Lac zelf. Vanuit de lucht was de waterscheiding zichtbaar als een vage witte wolk (foto 141inksboven). De positie van deze wolk is aangegeven op Fig. 12.

De enige plek waar relatief warm groenig water het Lac verlaat is vlak voor de kust van Cai. Op foto 4 is de uitstroompluim te zien. De stroomsnelheid bedraagt ter plekke 0,1 tot 0,2 *mis*. Het grootste deel van Boca di Lac bestaat uit helder water en daarin werd over de bodem een naar buiten gerichte stroom van 0,3 m sec! gemeten. Aan het oppervlak is minder stroom omdat de wind in de tegenovergestelde richting blaast.

Geconcludeerd kan worden dat het meeste water in het Lac wordt aangevoerd over de Dam heen en dat het ten noorden van Sorobon met de klok mee stromend het gebied weer verlaat bij Cai. Hieromheen en ten zuidwesten van Sorobon bevindt zich water met een langere verblijf tijd (Fig. 12).

Het is van belang te weten of er een noordelijke dan wel zuidelijke reststroom in de zee buiten het Lac staat. In het laatste geval zou Lac water telkens opnieuw het gebied binnen kunnen stromen. Tevens zou water wat afkomstig uit de omgeving van Lagun (niet ver van de Landfill) in het Lac terecht kunnen komen. Foto 4 suggereert echter dat er sprake is van een reststroom in noordelijke richting.

De krekten. In Kreek di Pedro werd een maximale stroomsnelheid van 0,5 *mis* gemeten (App. 2). Het is mogelijk dat in het najaar, als de gemiddelde waterstand op zijn hoogst is, de komberging van het gebied achter de eilanden toeneemt. Slibvlaktes die in maart permanent droog liggen kunnen dan namelijk ook onder lopen. Het is voorstelbaar dat in die periode nog grotere stroomsnelheden in de krekten kunnen optreden.

6.2.5. Nutriëntengehaltes

De gemeten nutriëntengehaltes (silicium, ammonium, nitriet, nitraat en fosfaat) staan in Tabel 3. Er was i.h.a. een goede overeenstemming tussen de op Bonaire gemeten gehalten en de bepalingen door DGW Middelburg.

De gehalten van het open Lac zijn laag, met name die van fosfaat. Dit bevestigt het oligotrofe karakter van dit deel van het gebied, Opvallend is wel het relatief hoge nitraat- en fosfaatgehalte ten westen van Sorobon en in mindere mate bij het Lac Bay Resort. Deze hoge gehalten staan waarschijnlijk in verband met de geringe doorstroming ter plaatse en blijkt ook uit de lokale groenkleuring van het water (sectie 6.2.4.).

Het hoge ammoniumgehalte in Boca Djukfes (alleen de Aquaquant bepaling) is waarschijnlijk te wijten aan een verontreiniging tijdens de analyse. In het Puitu zijn de nitrietgehalten iets verhoogd.

Het meest opvallend zijn de sterk verhoogde ammonium en nitrietgehalten in de noordelijke randwateren Awa di Coco, A wa LOOo di Bacuna en Awa Lodo di Chico. Het betreft in een aantal gevallen weliswaar ongefiltreerde monsters (het hoge gehalte aan zwevend materiaal maakte filtreren in sommige gevallen onmogelijk), maar ook in gefiltreerde monsters worden hoge gehalten aangetroffen. Deze hoge gehalten hangen waarschijnlijk samen met de excretie van flamingo's waarbij omzetting van ammonium via nitriet in nitraat onvoldoende plaatsvindt. Hoge ammonium gehalten vormen een normaal verschijnsel in hypersaliene wateren: In de zoute wateren van de bruine en groene vijvers van Akzo Salt Antilles kunnen zij worden verklaard door afbraak van dood organisch materiaal en uitscheiding (in dit geval door pekelkreeftjes) (Scholten *et al.* 1989).

6.3. Beschrijving gebieden / milieus

Hier onder volgt een opsomming van de locaties met hun ecologische status, gegroepeerd per type milieu. Er wordt soms kort ingegaan op het gebruik alhoewel dit uitgebreider ter sprake komt in sectie 7. Een aantal flora- en faunacomponenten zoals mangroven, wieren, vissen en vogels worden in sectie 6.4-6.9 integraal besproken en komen hier alleen ter sprake voor zover het gaat om aspecten die specifiek gelden voor de betreffende locatie.

6.3.1. Landmilieus

6.3.1.1. Cai, de buitenste strandhaak

Het schiereiland Cai bestaat uit een dubbele strandhaak van opgeworpen koraalfragmenten. Aan de oostkant wordt zij direct geëxposeerd door de oostpassaat en de open Caraïbische Zee. In de luwte van Cai ligt het Pariba di Cai (sectie 6.3.3.3.), omgeven door mangroven. Voor een overzicht zie foto 3 t/m 5.

In het verleden was Cai zo slecht bereikbaar dat het in de praktijk kon worden beschouwd als een eilandje. De kinderen van de plaatselijke vissers (de familie Soliano en Engelhardt) staken op weg naar school met een bootje over. Wagenaar Hummelink en Roos (1969, p. 1) beschrijven het avontuurlijke karakter van een bezoek aan Cai. De activiteiten van vissers worden gedemonstreerd door de metershoge schelphopen van de Karkó. Deze ontstonden omstreeks de jaren twintig toen Venezolaanse vissers die voor Karkó kwamen ter gewichtsbesparing de schelpen lieten liggen. Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) noemen nog 10 hopen hetgeen wordt bevestigd door luchtfoto's uit die tijd. Nu zijn het er zeven, deels doordat er in de tussentijd zoveel schelpen zijn toegevoegd dat een aantal hopen met elkaar zijn versmolten. De meest noordelijke hopen lijken te zijn verdwenen. De schelpen zijn wel-

licht elders op Bonaire gebruikt als begrenzing van paden en wegen. De meest zuidelijke hoop is ontstaan tussen 1949 en 1967 (Vgl. Fig. 16 en 28 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)).

Nu is Cai goed bereikbaar over een onverharde weg (Fig. 5). De toegangsweg naar Cai liep tot in 1961 over de wal van koraalpuin buiten de mangrovebegroeiing om (zie Wagenaar Hummelinck en Roos: Fig. 34). Nu staande mangroven tot in de zee en loopt de weg er door heen. Ter plekke liggen twee duikers onder de weg die nog half open zijn, maar van een contact met het Pariba di Cai is geen sprake. De mangrovebegroeiing ten noorden van de weg gaat doorstroming tegen en aan de zuidzijde sterven de mangroven af.

Cai vormt nog steeds een uitvalsbasis voor vissers die er een aantal houten keten hebben staan. Daarnaast wordt Cai steeds belangrijker als toeristische trekpleister. Velen zullen op de Karkó-bergen afkomen die in reisgidsen als bezienswaardigheid worden genoemd. Voorts is het strand en het uitzicht over de baai met zijn mangrovenlandschap de moeite waard. Er wordt gezwommen en gesnorkeld en er wordt gepicknickt in de schaduw van de *A vicennia* en *Laguncularia* in de noordoosthoek van het schiereiland. Ook is er meestal wel een gelegenheid open om iets te eten en te drinken. Schelpen van Karkó's worden als souvenir te koop aangeboden.

In het weekend (met name op zondag) komt de lokale bevolking naar Cai. Er wordt muziek gemaakt, gedanst en de Weekend Lac Bar doet goede zaken (zie ook sectie 7.4.).

Aan de oostkant van Cai zijn door de mangroven een negental doorgangen gemaakt naar het Pariba di Cai. Enkele van deze doorgangen lopen nog een stukje door in het water doordat de overheid daar in het verleden enkele strekdammen van koraalblokken heeft aangelegd. Door de doorgangen blaast wind zodat muskieten worden geweerd. Het opschieten van mangroven wordt tegengegaan door het plaveisel in de doorgangen en doordat de mangroven aan de basis zijn afgezet met koraalblokken. Daarnaast wordt het zandige gedeelte dagelijks door een beheerder aangeharkt.

Aan de westkant zijn een viertal strekdammen. Aan de noordoosthoek is recentelijk (september / oktober 1991) ook een dam aangelegd, een privé initiatief van de plaatselijke beheerder.

Boven water vallen bij Cai voornamelijk de vogels op (sectie 6.7). Zoals op veel andere landlocaties worden landheremietkreeften (*Coenobita clypeatus*) en tegen de schemering landkrabben aangetroffen.

6.3.1.2. Sorobon

Dit schiereiland in het zuiden van het Lac ligt in de beschutting van de Dam en wordt daarom aanmerkelijk minder geëxponerd dan Cai. Op de punt bij de kadasterpaal komt het kalksteen plateau even aan het oppervlak. Voor een overzicht zie foto 18 t/m 20.

Sorobon wordt gedomineerd door de restanten van wat eens een hotel moest worden. De bouwwerkzaamheden vonden plaats in 1967 (Fig. 30 en 55 in Wagenaar Hummelinck en Roos 1969). De restanten bestaan uit een tweetal complexen: Op de punt van het schiereiland staan vijf hexagonale paviljoens direct aan het water. Ongeveer 50 m zuidelijker liggen de

restanten van een rond complex, bestaande uit betonnen zuilen en platen. Aan de westzijde van dit complex is een afgesloten water aanwezig (station 23).

Aan de oostzijde van Sorobon bevinden zich een hotel/naturistenoord (Sorobon Beach Resort) alsmede een windsurfverhuur. Voor Sorobon Beach Resort omsluiten een tweetal piertjes een stukje van het strand (foto 19 en 21).

Aan de westzijde van Sorobon bevindt zich relatief diep en beschut water. Dit maakt deze locatie bij uitstek geschikt als aanlegplaats. Hier liggen dan ook de grotere vissersboten die meestal buiten het Lac vissen en een enkel jacht. Ter plekke zijn een viertal houten steigertjes geconstrueerd. Het strand wordt gebruikt voor het opkalefateren van schepen. Dit gebeurde 25 jaar geleden ook al getuige Fig. 28a in Wagenaar Hummelinck (1977). Het noordelijk deel van het strand wordt wel gebruikt als zwemstrand. Het schiereiland wordt incidenteel gebruikt als uitvalbasis voor massale windsurfwedstrijden.

Ten zuiden van de aanlegplaats ligt een brede strook mangroven. Het betreft een van de *grootste Avicennia* bestanden van het Lac die vanaf de weg te zien zijn. In Wagenaar Hummelinck en Roos (1989, hun Fig. 30 en 32) blijkt dat er in 1967 twee duidelijke kapstroken van het Kadaster door dit gebied lagen. Deze zijn anno 1992 bijna niet meer vanuit de lucht te zien (foto 19). In 1985 werden nog enkele stroken gekapt i.V.m. muskietenbestrijding (zie sectie 9.12).

6.3.1.3. Zandige eilanden en landtongen

Vier zandige eilanden liggen op een rij van Boca di Pedro tot aan Boca di Coco: Isla di Pedro, Isla Rancho, Isla Fogon en Isla di Chico (foto 8-17). De landtong bij Boca di Coco wordt door de Kreek di Coco doorsneden (sectie 6.3.5.2) en vormt daardoor in feite een vijfde eiland (foto 6 en 7). De keten deelt het Lac in een open en een door mangroven gedomineerd gebied. Ook is er een zandige landtong tussen het Awa Molina en het open Lac. In het noordelijke deel van deze landtong, voor het Lac Bay Resort is een kunstmatige lagune uitgegraven. Een wat hoger gebied wordt gevormd door het schiereiland tussen het Pariba di Cai en het Puitu: de oostelijke strandhaak van Cai.

In het begin van de eeuw werd op Isla di Chico houtskool gebrand. De restanten in de vorm van kalkheuvels en stukjes kool zijn er hede ten dage nog te vinden. De brander werd bij Boca Chikitu met een bootje overgezet. Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) vermelden dat het anno 1967 noodzakelijk was zich er heen te werken door een gordel van mangroven. Tegenwoordig zijn deze mangroven volkomen ondoordringbaar en biedt alleen waden door het Awa Lodo di Chico uitkomst. De eilanden worden nauwelijks meer bezocht en graast er ook geen vee meer. Alleen vissers lopen incidenteel via Isla di Pedro naar Punta Rancho. Ter plekke bevindt zich een barak (het "marihuanahuisje") die vanaf het water vrij gemakkelijk te bereiken is.

De landvegetatie heeft een nogal eigen soortensamenstelling. Op de open vlaktes groeit het gras *Sporobolus pyramidatus*, soms in geïsoleerde veldjes in hoge bedekking en *Salicornia ambigua*, een zeekraal soort. Het vetplantje *Sesuvium portulacastrum* komt in iets lagere

bedekking voor. Aan het noordeinde van Isla Rancho en in het midden van Isla di Chico groeit wat *Corchoris hirsutus* met zijn komkommerachtige vruchtjes. De locale verhogingen in het terrein duiden erop dat zowel *Sporobolus pyramidatus* als *Corchoris* het zand vasthouden. Een andere plant op de droge zandvlaktes betrof een Cypergras cf. *Fimbristylus spathacea*. In de beschutting van de mangroven groeit op droge gedeeltes de "Bay cedar" *Sureana maritima* en op vochtiger plaatsen het heldergroene *Batis maritima*. Hier en daar staan struikvormige Grijs mangels (*Conocarpus erectus*) en op de hoogste plaatsen een enkel "Mata di piscá" boompje *Uacquinia barbasco*. Aan de noordzijde van Isla Rancho richting Isla Fogon loopt men vast in de *A vicennia*. Op de oostpunt van Isla di Chico staat wat *Laguncularia* alvorens *Rhizophora* de doorgang blokkeert.

Aan de oostzijde van Isla Rancho staan dode *Rhizophora*'s van ongeveer 6 m hoog waartussen *A vicennia* opkomt. Het proces waarbij *Rhizophora* zeewaarts uitgroeit, daarachter afsterft en vervolgens wordt vervangen door *Avicennia* is op de foto's 10, 11, 12, 14, 15 en 16 goed te zien. Ook vanaf de weg naar Cai kan, "scannend" door een gat in de mangroven, het afstervingsproces aan de zuidkant van het Isla di Chico worden waargenomen (zie ook Fig. 13).

Zowel aan de noordwesthoek als ten oosten van Isla Rancho bevinden zich afgesloten plasjes met een oranje roze bodem. De sponsachtige oranje detrituslaag bevindt zich zowel boven als onder water en tussen de steltwortels van *Rhizophora*. Dit is waarschijnlijk de blauwwierengemeenschap die als vegetatie type "p4 - ondergedoken *Microcoleus* felts op ondiepe modderbodems" in van den Hoek *et al.* 1972 wordt beschreven. Karakteristiek is de aanwezigheid van de grazende longslak *Melampus coffeus* (Coffee-bean snail). Pootafdrukken duiden op de aanwezigheid van steltlopers. Bij het westeinde van Isla di Chico vlogen libellen.

Op de oostelijke strandhaak van Cai domineren lage *Conocarpus* en *Laguncularia* struiken, waartussen *Sesuvium* en *Sporobolus pyramidatus*. Er worden enkele geïsoleerde plasjes gevonden (sectie 6.3.7.2.). In de zwarte bodem (algenmat) bevinden zich gaten van landkrabben.

Op de landtong voor het Lac Bay Resort bevindt zich een algenmat die qua textuur doet denken aan een soort asfaltpapier. Dergelijke zwarte lagen worden ook wel elders in het gebied gevonden. De zonering van deze algenmat en andere "cryptalgal structures" in het Lac wordt beschreven in Kobluk en Lysenko (1984, naar Pratt 1979). Het is niet geheel duidelijk of met de *Microcoleus* felts, het vegetatietype "L" in Van den Hoek *et al.* (1972) hetzelfde wordt bedoeld.

Ten noorden van de landtong is in 1981 een lagune uitgegraven met aan de buitenkant een barrière waarop *Rhizophora* groeit. De hoofdoening van de lagune bevindt zich aan de noordzijde en ten noorden daarvan ligt een korte strekdam (foto 18 en 19). De uitgegraven lagune had oorspronkelijk ook nog een opening in het zuiden maar deze is dichtgeslibt. Er is nu ook een opening in het midden van de barrière.

6.3.1.4. Saltmarshes (kwelders)

Naast de mangroven bevinden zich nog andere zoutvegetaties in het gebied. In de luwte van de mangroven op zachte ondergrond wordt vaak een smalle strook *Batis maritima* gevonden. Een dergelijke strook, waar overigens ook andere zoutminnende "vetplanten" (*Salicornia ambigua* en *Sesuvium portulacastrum*) groeien, bevindt zich langs de weg naar Cai, tussen de Kreek di Coco tot aan de oostelijke strandhaak van Cai.

Meer monospecifieke vlaktes met zeekraal (*Salicornia ambigua*) worden gevonden op open plaatsen die incidenteel onder water lopen. Behalve hier en daar op de zandige eilanden (sectie 6.3.1.3) groeit het veel ten westen van Awa Wanapa. Ten westen van Awa di Pedro bevindt zich een door mangroven omgeven zeekraalveldje (Fig. 13).

Op iets hogere gedeeltes gaat de *Salicornia* vegetatie geleidelijk over in vlaktes met het gras *Sporobolus pyramidatus*.

6.3.1.5. Kalkplateaus, o.a. Isla Yuwana

Isla Yuwana dankt zijn opvallend ronde vorm doordat het als een koepel boven water uitsteekt (foto 8, 9 en 17). De hut (Fig. 27 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)) is verdwenen, de gemetselde drinkbak is er nog wel. Na het doorwaden van Awa Yuwana noord is het eiland aan de zuidwestkant bereikbaar. Aan de noordoostzijde is een klein open water. Dit water en de rest van het eiland wordt door *Rhizophora* omgeven. Vanaf Isla Yuwana is aan de oostzijde, door de *Rhizophora*, een klein open water te zien, een deel van de kapstrook van het kadaster.

De vegetatie is veel soortenrijker dan de zandige eilanden. Naast een ondergroei van *Sporobolus pyramidatus*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Lithophila muscoides* en *Corchorus hirsutus* komen diverse cactussen voor: *Opuntia*, *Melocactus*, de zuilcactus *Lemaireocereus griseus*, en de boomcactus *Cereus repandus*. Er zijn ook meer bomen en struiken dan op de zandige eilanden, naast *Conocarpus*, veel *Jacquinia barbaseo*, ook Palu di sia korá (*Bursera simarubai*, Lumbra blancu (*Erithalis fruticosa*), Palu di Iele (*Randia aculeata*) en andere soorten. Er is een zone van Cyanobacteriën *Entophysalis deusta*, het vegetatietype "A" *sensu* Van den Hoek *et al.* (1972) (zie sectie 6.5.). Op het eiland komen de landslakken *Cerion uva* en *Tudora aurantia* voor.

Het plateautje bij Punta Wanapa biedt alleen plaats aan enkele kwijnende *Salicornia*, *Batis* en *Sesuvium*. Er is een *Entophysalis* zone langs de hoogwaterlijn van ~ 1 m breedte afhankelijk van de helling.

Waar Kaminda Sorobon, komende vanuit het noorden, de tweede duiker passeert komt ook een kalkplateau aan het oppervlak. Hier groeien *Melocactus*, *Opuntia* en *Haematoxylon brasiletto*.

6.3.1.4. Saltmarshes (kwelders)

Naast de mangroven bevinden zich nog andere zoutvegetaties in het gebied. In de luwte van de mangroven op zachte ondergrond wordt vaak een smalle strook *Batis maritima* gevonden. Een dergelijke strook, waar overigens ook andere zoutminnende "vetplanten" (*Salicornia ambigua* en *Sesuvium portulacastrum*) groeien, bevindt zich langs de weg naar Cai, tussen de Kreek di Coco tot aan de oostelijke strandhaak van Cai.

Meer monospecifieke vlaktes met zeekraal (*Salicornia ambigua*) worden gevonden op open plaatsen die incidenteel onder water lopen. Behalve hier en daar op de zandige eilanden (sectie 6.3.1.3) groeit het veel ten westen van Awa Wanapa. Ten westen van Awa di Pedro bevindt zich een door mangroven omgeven zeekraalveldje (Fig. 13).

Op iets hogere gedeeltes gaat de *Salicornia* vegetatie geleidelijk over in vlaktes met het gras *Sporobolus pyramidatus*.

6.3.1.5. Kalkplateaus, o.a. Isla Yuwana

Isla Yuwana dankt zijn opvallend ronde vorm doordat het als een koepel boven water uitsteekt (foto 8, 9 en 17). De hut (Fig. 27 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)) is verdwenen, de gemetselde drinkbak is er nog wel. Na het doorwaden van Awa Yuwana noord is het eiland aan de zuidwestkant bereikbaar. Aan de noordoostzijde is een klein open water. Dit water en de rest van het eiland wordt door *Rhizophora* omgeven. Vanaf Isla Yuwana is aan de oostzijde, door de *Rhizophora*, een klein open water te zien, een deel van de kapstrook van het kadaster.

De vegetatie is veel soortenrijker dan de zandige eilanden. Naast een ondergroei van *Sporobolus pyramidatus*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Lithophila muscoides* en *Corchorus hirsutus* komen diverse cactussen voor: *Opuntia*, *Melocactus*, de zuilcactus *Lemaireocereus griseus*, en de boomcactus *Cereus repandus*. Er zijn ook meer bomen en struiken dan op de zandige eilanden, naast *Conocarpus*, veel *Jacquinia barbaseo*, ook Palu di sia korá (*Bursera simarubai*, *Lumbra blancu* (*Erithalis fruticosa*), Palu di Iele (*Randia aculeata*) en andere soorten. Er is een zone van Cyanobacteriën *Entophysalis deusta*, het vegetatietype "A" *sensu* Van den Hoek *et al.* (1972) (zie sectie 6.5.). Op het eiland komen de landslakken *Cerion uva* en *Tudora aurantia* voor.

Het plateautje bij Punta Wanapa biedt alleen plaats aan enkele kwijnende *Salicornia*, *Batis* en *Sesuvium*. Er is een *Entophysalis* zone langs de hoogwaterlijn van ~ 1 m breedte afhankelijk van de helling.

Waar Kaminda Sorobon, komende vanuit het noorden, de tweede duiker passeert komt ook een kalkplateau aan het oppervlak. Hier groeien *Melocactus*, *Opuntia* en *Haematoxylon brasiletto*.

6.3.1.6. Het eulitoraal: stranden en kliffen

Op de meeste plaatsen in het gebied wordt de overgang tussen land en water gevormd door een mangrovenvegetatie. Stranden zijn er bij Cai, Sorobon (zie boven) en op de landtong bij het Lac Bay Resort. Direct voor dit hotel bevindt zich een kunstmatig strand met zand uit de ter plekke uitgegraven lagune.

In het vegetatiekaartje (Fig.13) wordt aangegeven waar de getijdezone bestaat uit een kalkondergrond. Bij Punta Kalbas houdt het kalkplateau plotseling op aan de rand van het water en wordt een klif gevormd. Deze klif wordt nu vrijwel geheel overwoekerd door de steltwortels van *Rhizophora* (vgl. Fig. 44 in Wagenaar Hummelink en Roos (1969)). Andere klifjes bevinden zich bij Punta Rancho en Sorobon. Op andere plaatsen zoals Isla di Yuwana duikt de kalkondergrond meer geleidelijk onder water. Op deze harde substraten is in de spatzone een zwarte band met *Entophysalis deusta* aanwezig. Soms zijn ook microscopisch kleine groen wieren aanwezig: vegetatietype B2 *Cladophoropsis membranacea* en *Cladophora* sp. volgens Van den Hoek *et al.* 1972 (zie sectie 6.5.).

Kunstmatig hard substraat wordt gevormd door de pier van het Lac Bay Resort en bij Cai een betonnen piertje en enkele dammetjes van koraalblokken. Het keientalud bij Cai is waarschijnlijk niet kunstmatig.

6.3.2. Open water

6.3.2.1. Boca di Lac

De open verbinding van het Lac met de zee wordt gevormd door Boca di Lac. Aan het oppervlak komt water met de wind mee naar binnen, maar er is toch sprake van een netto transport naar buiten omdat water wat over de Dam en Awa Blanku het gebied binnen komt het Lac alleen hier kan verlaten (sectie 6.2.4.). De zandige bodem loopt geleidelijk af van de noordelijkste koraalformatie van het A wa Blanku tot aan het diepste punt (-7 m) vlak voor Cai.

Waargenomen soorten worden vermeld in Tabel 4 en 7, station 1. Ter hoogte van de zuidelijkste schelphoop is een steile helling (-60°) van afgerond koraalpuin met een diverse visfauna (Tabel 7), o.a. de Groene murene. Naar buiten toe neemt de koraalbedekking toe, aanvankelijk met massieve *Porites astreoides* en *Agaricia agaricites* kolonies. De situatie komt goed overeen met de beschrijving van Roos (1971). Ook de visfauna op de zandbodem ervoor (o.a. Mutton snapper en Blue runner) is rijk. Er wordt hier dan ook veel gevist, zowel vanuit bootjes als vanaf de kant. Iets meer naar binnen is de bodem begroeid met zeegras (*Thalassia* en *Syringodium*) en het groen wier *Halimeda opuntia* en *H. incrassata*. In de Boca werd het roodwier *Asparagopsis taxiformis* gevonden, de enige vindplaats in dit onderzoek. Aan de zeezijde (in feite net buiten het Lac) werden de volgende groenwieren gevonden:

Halimeda opuntia, *Caulerpa racemosa* var. *racemosa*, verder de bruinwieren *Sargassum* cf. *platycarpus* en *Styopodium zonale*, en twee soorten roodwieren cf. *Griffithsia* sp. en cf. *Peyssoniia* sp. De laatste vier soorten werden in het Lac zelf niet gevonden.

Een kunstmatig milieu direct voor de westkust van Cai werd gecreëerd door een ter plekke aanwezige houten pallet. Tussen de planken bevonden zich tientallen jonge langoesten (*Panulirus argus*). Ook werden zij aangetroffen in hopen tussen stenen op het einde van een strekdam op de noordpunt van Cai.

6.3.2.2. Awa Blanku

Het zandige Awa Blanku beslaat een groot oppervlak aan de oostzijde van het Lac. Volgens Bussmann (pers. meded.) was Awa Blanku 40 jr geleden 1,5 m dieper dan op het moment, maar volgens Wagenaar Hummelinck en Roos (1969; p 4) was sprake van een kniediep plateau. De huidige metingen (in een periode van lage waterstand) geven aan dat het plateau achter de Dam overal ongeveer 1 m diep is. In de zuidelijke uitloper is het ondieper. Er zijn dus geen aanwijzingen dat het gebied ondieper zou worden.

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 4 (stations 26, 27, 103, 104 en 105). Awa Blanku heeft een veelal soortenarme algenbegroeiing. In het noordelijke deel van Awa Blanku in de luwte van Dam bevinden zich koraalformaties (foto 22). Ze bestaan grotendeels uit dood koraal die begroeid zijn met diverse soorten algen. Het koraalzand maakt een semi-stabiele indruk doordat zich aan het oppervlak korstjes van microscopische groene en rode algen kunnen ontwikkelen.

De meest noordelijke koraalformatie (tegenover Cai, station 103) bestaat grotendeels uit dood hertegeweikoraal (*Acropora cervicornis*) met daarop de koralen *Agaricia agaricites*, *A. humilis*, *Porites porites* (O tot 1 m) en het brandkoraal *Millepora*. De koraal takken bieden leefruimte voor een diverse visfauna (Tabel 7). Daar de *Acropora cervicornis* takken veelal nog in situ staan zal dit koraal pas recentelijk zijn afgestorven. Roos (1971) vermeldt dat er tot in 1967 nog een groot aantal *A. cervicornis* kolonies was en er zijn aanwijzingen dat dat in 1975 nog steeds zo was (De Boer, mond. meded.). Waarschijnlijk heeft de ziekte waaraan *A. cervicornis* in 1980 leed (waarneming Van Moorsel) geleid tot een massale afsterving. Hier en daar staan nog kleine stukjes levend hertegeweikoraal.

De begroeiing van het dode koraal bestaat voornamelijk uit de bruinwieren *Dictyota dichotoma*, *D. cf. divaricata*, *D. ciliota* (tezamen 10-90%), de rood wieren *Laurencia poitei* en *L. cf. intricata*, *Galaxaura subverticillata* en de groen wieren *Caulerpa racemosa* var. *racemosa*, *C. cupressoides* var. *cupressoides*, *Codium repens* en *C. intertextum*. (bedekking tezamen ca. 5%). Deze begroeiing valt te benoemen als het type T1 volgens Van den Hoek *et al.* (1972), zie sectie 6.5. Tussen de koralen staan verspreid *Halimeda incrassata* en *H. opuntia*.

Daarnaast staan er enkele sponzen (*Aplysina fistularisi*, zeeanemonen (*Condylactis gigantea*) en gorgonen (cf. *Eunicea*, *Gorgonia* sp). *Porites branneri* duidt op een sterke expositie. De dichtheid van dit koraal neemt dan ook toe in de richting van de Dam. De koraalfragmenten worden daar massiever en de *Dictyota* begroeiing neemt af ten gunste van korstvormende kalkkroedwieren (cf. *Peyssonnelia* sp.).

Iets ten zuiden van bovenstaande koraal formatie staan in het zand *Porites astreoides* (O tot 0,3 m) en *Montastrea annularis* kolonies en een grote *Dipteria labyrinthiformis*. Op de zandbodem groeit wat *Thalassia* (10%), *Halimeda opuntia* (10%) en diverse soorten met

lage bedekking (*Caulerpa*, roodwieren): lijkt op type Q3 volgens Van den Hoek *et al.* (1972), zie sectie 6.5.

Zuidelijk van bovengenoemde koraalformatie bevindt zich een veld met losse en geconsolideerde rubble (station 104, aangegeven als "ondiepte met algen" in Fig. 1). Dit gebied is vaag grijs op foto 22 in vergelijking met de meer contrastrijke koraalformaties er omheen. De visfauna is arm in vergelijking met koraalformaties ten noorden en ten zuiden ervan (Tabel 7)

Aan de westkant (Station 27) heeft *Thalassia* een geringe bedekking. Er komen de roodwieren *Laurencia papillosa*, *Acanthophora spicifera*, *Polysiphonia* sp. en *Spyridia filamentosa* voor (bedekking tezamen 5-10%). Verder verspreid exemplaren van de groen wieren *Caulerpa sertularioides f. farlowii* en *Cladophora* sp .. Deze begroeiing vertoont overeenkomsten met type Q4 volgens Van den Hoek *et al.* (1972), zie sectie 6.5 .. Ook hier wordt alleen maar visfauna aangetroffen als er een stukje hard substraat aanwezig is. Op het zand zit de zeeëgel *Tripneustes* (-2 per 25 m-), In het zand werden een lancetvisje (*Asymmetron lucayanum*) en vlokreeftjes gevonden. Nog meer naar het westen van Awa Blanku staat relatief veel *Penicillus dumentosus*. (type Q1 volgens Van den Hoek *et al.* 1972, zie sectie 6.5.).

In het centrale deel van het veld (station 104) zijn op en tussen *Thalassia testudinum* filamenteuze (microscopische) groen- en rood wieren aanwezig. Overige wieren: *Halimeda opuntia*, *Caulerpa cupressoides* var. *cupressoides*, *Caulerpa sertularioides f. farlowii*, *Dietyospaeria cavernosa*, *Penicillus capitatus*, *Dictyota dichotoma*, *Laurentia papillosa* en *L.* sp .. (lijkt op type Q1 volgens Van den Hoek *et al.* 1972, zie sectie 6.5.). Levende koralen vnl.: *Siderastrea radians* (losliggende ballen), *Montastrea annularis*, *Porites branneri* en *Diploria strigosa*. Ook hier de zeeëgel *Tripneustes esculentus*.

Nog zuidelijker (Station 105) worden weer dode *Acropora cervicornis* formaties gevonden, tot 1 m hoog. Ze bestaan uit velden die ongeveer oost west lopen (foto 22) onder invloed van de overheersende stroming. Ze hebben een grote visrijkdom. De koraalrestanten zijn overgroeid met kalkalg en gele sponzen (*Aplvsinafistularisi*).

Het meest zuidelijke koraalveld in de luwte van "White hole" werd niet onderzocht. White hole zelf (foto 23) ligt aan de loefzijde van de Dam en is een door koraal omgeven zandplateau. Deze locatie wordt incidenteel door sportduikers bezocht.

Helemaal in het zuiden ligt een baait je ten westen van Punta Mewchi (station 26). Hier groeien met name *Thalassia testudinum*, *Laurencia* sp. en *Hypnea cervicornis*. Verder komen hier en daar ook voor: *Neogoniolithon strictum*, *Acanthophora spicifera*, *Cladophora* sp., *Chaetomorpha* sp., *Polysiphonia* sp. en roodbruine korstjes van filamenteuze algen. De totale bedekking bedraagt slechts enkele procenten. De begroeiing zou als het type C4 volgens Van den Hoek *et al.* 1972 opgevat kunnen worden (zie sectie 6.5.), zij het dat alleen de dominante soorten aanwezig zijn en dan nog alleen met een lage bedekking. In het zand werden amphipaden en slakjes (*Olivella minuta*) gevonden. Richting Sorobon (station 24) neemt de bedekking met wieren toe tot -20%. Het zand bevat wat kokerwormen. (zie ook sectie 6.3.2.6.).

6.3.2.3. Zeegrasvelden

Zeegrasvelden werden onderzocht aan de hand van een tweetal transecten alsmede afzonderlijke monsterpunten. De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 4 (stations 7, 25, 28,29 en 31).

Er werden drie zeegras-soorten gevonden: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* en *Ruppia maritima*. *R. maritima* (Snavelruppia) komt alleen in de ondiepe gedeelten aan de landzijde van de mangroven voor en komt ter sprake in sectie 6.3.6.2. In 1967 kwam in een inham ten zuiden van Boca Djukfes nog een vierde zeegrassoort voor: *Diplanthera wrightii* (Shoal grass) (Fig. 7 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) en Wagenaar Hummelinck (1977 station 1598)). Deze soort is tijdens dit onderzoek niet meer gevonden, de vindplaats is door mangroven overwoekerd. Van de zeegrassen is *Thalassia testudinum* (Turtie grass) verreweg de belangrijkste soort; zij komt in vrijwel de gehele kom van het Lac (behalve een groot deel van Awa Blanku) voor. De dichtheid wisselt echter sterk. In het diepere deel van het Lac is *Thalassia* vaak de enige bodemplant, maar door de activiteit van gravende organismen is de bedekking soms niet hoger dan 5%. Grote dichtheden komen zowel voor in ondiepe zandige gedeelten van de lagune, als in het diepe gedeelte ten westen van Awa Blanku (Fig. 13). In de monding van "Avrainvillea baaien" (sectie 6.3.3.) en in een aantal kreken is de dichtheid gering en op de harde ondergrond van bijvoorbeeld Secu di Sorobon en Punta Rancho groeit weinig *Thalassia*.

De zeegrasvelden zijn in het algemeen soorten arm aan wieren. Het meest zijn nog *Hali-medea opuntia* en *H. incrassata* aanwezig. Lokaal komen *Caulerpa* soorten voor, bijvoorbeeld *Caulerpa sertularioides* f. *sertularioides* op station 7. Zodra er enig hard substraat is (kalksteen, Karkó-schelpen, koraalfragmenten) komen meerdere kleine groen- en roodwiersoorten voor; dit betreft in feite zeer kleine milieus. De vegetaties waarin behalve *Thalassia* nauwelijks wieren voorkomen kunnen gerangschikt worden onder het type Q4 volgens Van den Hoek *et al.* (1972), zie sectie 6.5.

Het vóórkomen van *Thalassia* en *Syringodium* (Manatee grass) zoals aangegeven door Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, hun Fig. 7) komt in grote lijnen overeen met het huidige verspreidingspatroon (Fig. 13). *Syringodium* komt voor in monding van het Lac en in het zuidwesten waar het zand minder slikkig is. Een laag slibgehalte duidt op een relatief geëxponeerde positie. Dit correleert met het feit dat *Syringodium* meer een pioniersoort is (Zieman 1983).

Het pionierkarakter van *Syringodium* kan worden bevestigd door het voorkomen van een monospecifiek veldje *Syringodium* voor het Lac Bay Resort op een plaats waar in september 1990 tijdens een storm een schip is gestrand. Het betreffende schip (m.s. "Isidel Hit) lag destijds opgelegd voor de rede van Sorobon. De geul die tijdens het vastlopen en vlottrekken ontstond is vanuit de lucht duidelijk te zien (foto 19). Overigens kan successie bij zeegrassen en zeker het herstel van een *Thalassia* vegetatie een proces zijn van vele jaren.

Beschrijving van een raai door zeegrasvelden

De raai van station 27 naar 30 biedt een representatieve indruk van het voorkomen van zeegras. Aan de oostrand van het plateau van Awa Blanku zijn slechts enkele bruine *Thalassia* blaadjes aanwezig die bovendien sterk zijn begroeid met het roodwier *Hypnea cervicornis*. (geel van kleur). Direct ten westen van de steile helling van Awa Blanku komt *Thalassia* voor in een bedekking van 100%. Verder naar het westen verschijnen ook *Syringodium* en hier en daar wat *Halimeda* en de veervormige *Caulerpa sertularioides* f. *sertularioides*. Bij station 28 is de dichtheid van *Thalassia* afgenomen tot 5%. De zandbodem is voor 25 tot 50% bedekt met een bruine aanslag van microscopische wieren en *Dictyota diehotoma* en *D. cf. ciliolata* (tezamen 25% bedekking). Voorts komen meer verspreid *Schizothrix calcicola*, *Halimeda opuntia*, *Acanthophora spicifera* en *Hydroclathrus clathratus* voor. Deze begroeiing zou tot het type Q3 volgens Van den Hoek *et al.* (1972) gerekend kunnen worden (zie sectie 6.5.).

De gravende zeeëgel *Meoma ventricosa* kon hier gesignaleerd worden in een dichtheid van -1 m^{-2} omdat ze deels boven het zand uitkwamen. Dit gedrag wordt normaal gesproken alleen 's nachts vertoont als reactie op de dan heersende lage zuurstofgehalten. Andere opvallende organismen waren een enkele Kussenzeester (*Oreaster*), enkele juveniele Karkó's (11- 12 cm) en *Petrochirus diogenes*, een heremietkreeft die gebruik maakt van de Karkóschelp. "Tandpastahoopjes" verraden de aanwezigheid van de worm *Arenicola cristata*. Kenmerkende vissen in deze omgeving van fijn zand waren de Peacock flounder (*Bothus lunatus*) en *Nes longus*, een langwerpige grondel die in symbiose leeft met een pistoolgarnaal (*Alpheus*). Andere vissoorten werden alleen aangetroffen bij lege Karkó schelpen.

Nog iets verder richting Binnenklip neemt de *Thalassia* bedekking weer toe tot 50 en tenslotte 100%. (type Q4 volgens Van den Hoek *et al.* 1972, zie sectie 6.5.). Hier verschijnen anastomoserende sponzen (*Aplysina*) die licht verankerd zijn in het zand. Overige organismen zijn de steekmossel (*Pinna carnea*) en *Tripneustes*.

Dan volgt de door zand omgeven Binnenklip (zie sectie 6.3.2.5.) waarop *Thalassia* totaal ontbreekt.

Direct ten westen van de Binnenklip komt soms bijna geen *Thalassia* voor, maar wel *Dictyota* (30-40%). In de buurt van de stroomnaad die de grens tussen het heldere centrale watertype en het randtype aangeeft (station 29) varieert de *Thalassia* bedekking van 25 tot 50 %. Lokaal staat ook wat *Dictyota* ($r < 5\%$). De rest van het zandige substraat wordt voornamelijk bepaald door heuveltjes van waarschijnlijk de gravende zeekomkommer *Holothuria arenicola*. De visfauna is soorten arm en bestaat voornamelijk uit Mojarra's. Ook werd hier een Stekelrog van 30 cm waargenomen. In de stroomnaad zwom een school van ongeveer 100 inktvisjes (*Sepioteuthis sepioidei*).

Verder westwaarts (tot aan station 30) stijgt de bedekking van *Thalassia* verder tot 50- 60% en boven de 1 m dieptelijn verschijnt ook *Syringodium* (00-20%). Daarnaast komen de wieren *Halimeda opuntia* en *H. incrassata* (tot 10%) en *Penicillus capitatus* (enkele %) voor. Deze vegetatie komt overeen met het type Q1 volgens Van den Hoek *et al.* (1972), zie sectie 6.5. Hier werden overigens geen vissen waargenomen, wel een Karkó (25 cm).

Nog verder naar Punta Rancho, bij het mangroveilandje komt *Thalassia* voor op *Halimedabanken* (sectie 6.3.2.4.).

Een voor de zeegrasvelden van het Lac karakteristieke soort is de Karkó. Deze soort wordt in sectie 6.6. besproken.

6.3.2.4. Halimedabanken

Tussen de zeegrasvelden en mangroven bevindt zich een brede zone met banken van de kalkalg *Halimeda*. In het Lac komt de rand van deze zone aan de zeezijde ongeveer overeen met de sterke temperatuur gradiënt en de drie meter dieptelijn. De waargenomen soorten op diverse locaties zijn weergegeven in Tabel 4 (stations 18, 30, 31, 108 en 113). *Halimeda opuntia*, *H. incrassata* en in mindere mate *H. monile* komen in deze zone in combinatie met zeegrassen voor. Andere vaste vertegenwoordigers maar in veel lagere dichtheden zijn de spons *Amphimedon compressa* alsmede een blauwe spons.

Aan de landzijde van deze zone, met name het stuk voor Isla Rancho langs Boca Fogon tot aan Boca di Coco (station 31) liggen *Halimeda* bankjes die tot vlak onder het wateroppervlak reiken (Fig. 13). Hoewel koraal er geen deel van uitmaakt doet de vorm denken aan "grooves en spurs" formaties zoals op koraalriffen. Ze liggen ongeveer oost-west en zijn op foto 15 goed te zien als donkere banen. Het betreft concentraties van *Halimeda opuntia* en *H. incrassata* die verhogingen in de meer door zeegras begroeide omgeving vormen. De donkere kleur wordt veroorzaakt door de Chicken liver spon ge (*Chondrilla nucula*) die een groot deel van het bovenoppervlak van de banken bedekt. Bij het mangroveilandje voor Punta Rancho (station 30) komen *Halimeda opuntia* en *H. monile* voor in een bedekking van tezamen 30% en vormen een bank waarop de algen *Dictyosphaeria cavernosa*, *Udotea flabellum* en *U. occidentalis*, *Laurencia papillosa* evenals *Amphiroa* cf. *fragilissima*. De toename van het aantal wiersoorten ten opzicht van het aangrenzende zeegrasveld geeft ook aan dat hier relatief meer harde bodem aanwezig is. De onderwatervegetatie neigt naar type Q1 of Q2 volgens Van den Hoek *et al.* (1972), zie sectie 6.5 .. Verder zijn aanwezig de sponsen *Chondrilla nucula*, *Aplysina* (geel) en een zwarte spons (verz.). Zowel *Thalassia* als *Halimeda* zijn begroeid met de zeeanemoon *Stoichactis helianthus*.

Ook nabij Lac Bay zijn *Halimedabanken* te vinden. Bijvoorbeeld op station 18 werd een bank met *Halimeda opuntia*, *H. incrassata*, *H. monile* en *Udoteaflabellum* gevonden.

Omdat kiemplanten van *Rhizophora* in deze banken blijven steken zijn ze van groot belang voor de ontwikkeling van nieuwe mangrovebestanden. Op deze *Halimeda* banken ontwikkelt zich uiteindelijk een mangrovenbarrière die een binnenwater omsluit. De wijze waarop en de snelheid waarmee het Lac dichtgroeit is daardoor anders, respectievelijk veel groter dan wanneer er alleen maar sprake zou zijn van een langzaam zeewaarts uitgroeien van *Rhizophora*.

Ook aan de noordpunt van Cai bevindt zich de combinatie van *Halimeda* en zeegrassen (station 113). Verder kwamen hier de alg *Caulerpa racemosa* var. *racemosa*, paarse sponzen, de zeeanemoon *Condylactis gigantea* met Arrow crab (*Stenornynchus seticornisi*, bruine

kokerwormen, bidsprinkhaankreeften en de zeekomkommer *Holothuria mexicana* voor. De visfauna bestond uit Barracuda, cf. Needlefish, White mullet en juveniele French grunts.

De visfauna op de banken is veel diverser dan in de zeegrasvelden.

6.3.2.5. Binnenklip

De Binnenklip is een ondiep kalkplateau (-2,5 m) midden in het Lac. Vanuit de lucht oogt de Binnenklip donker (foto 1 en 2) en is zij omgeven door een smalle strook zand.

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 4 (station 111). Aan de oostzijde groeit een op *Neogoniolithon* gelijkende alg die echter zachter is (cf. *Amphiroa rigida* var. *antillana* Of cf. *Galaxaura subverticillata* ?). Zij vormt hele banken en bedekt daardoor 50% (lokaal 100%) van het substraat. De bedekking van *Dictyota diehotoma* is hier 5%. Verder komt verspreid *Hydroclathrus clathratus* voor. Deze begroeiing valt niet in te delen in de typologie volgens Van den Hoek *et al.* (1972). Aan de westzijde is de bedekking door de *Amphiroa*-achtige alg lager maar loopt de bedekking door *Dictyota* op tot 50%. Aan de westzijde groeit lokaal ook *Penicillus dumetosus* en sporadisch wat *Halimeda opuntia*, maar de algemene indruk van de westhelling is kaal.

Op de harde ondergrond van de Binnenklip heeft zich hier een voor het Lac unieke levensgemeenschap kunnen ontwikkelen die wordt gedomineerd door sponzen: een anastomoserende *Aplysina* en de buisspons *A. fistularis*. Ook de bekperspons *Sphaciospongia vesparium* komt er voor. Ondanks dat er een dun laagje zand op de Binnenklip ligt komen er ook koralen voor: *Agaricia agaricites*, *Porites porites* en *Siderastrea radians*. Ook slangsterren en grote exemplaren van de alg *Hydroclathrus clathratus* voelen zich hier thuis. De visfauna was bijzonder door grote aantallen Longjaw squirrelfishes en Queen triggerfishes die zich hier in holen, nauwelijks groter dan de dieren zelf, konden terugtrekken.

6.3.2.6. Secu di Sorobon en omgeving

Het Secu di Sorobon is de ondiepte ten noorden van het schiereiland Sorobon (foto 20). Tegen het vastlopen van windsurfplanken zijn aan de oostzijde van het Secu di Sorobon een zestal markers geplaatst met de vermelding "keep out coral".

De waargenomen soorten op diverse locaties zijn weergegeven in Tabel 4 (station 110). Er is sprake van een mozaïek van verschillende algengemeenschappen. Opvallend zijn vooral de vertakte kalkroodwieren *Neogoniolithon strictum* en *N. spectabile*. De ontdekking van bankjes die gevormd worden door losliggende en van uitsteeksels voorziene knollen ten noorden en oosten van Sorobon wordt beschreven door Zaneveld (1958). Andere belangrijke soorten zijn onder meer *Laurencia papillosa*, *Hypnea cervicornis* en diverse *Halimeda*, *Caulerpa* en *Penicillus* soorten. Voor wat betreft de algen is dit het gebied met de grootste absolute soortenrijkdom. Vanwege het fijne mozaïek is het niet doenlijk de wiergemeenschappen te karteren. Typen die herkend kunnen worden uit de typologie van Van den Hoek *et al.* (1972) zijn: C4, Q1, Q2, Q3 en T2 (zie sectie 6.5.).

Aan de noordkant van het schiereiland ligt direct tegen de kust een smalle zoom van *Thalassia*. Ten noorden van dit veld ligt een *Neogoniolithon* bankje en er staat wat *Penicillus*, en meer naar het westen een veldje *Halimeda incrassata*. Andere algen in dit gedeelte zijn *Dictyosphaeria cavernosa*, *Hydroclathrus clathratus*, *Acetabularia crenulata* en *Padina sanctae-crucis*.

Aan de oostzijde van de paviljoens, voor het klif je met de kadasterpaal, is het ondiepste gedeelte en wordt de vegetatie overheerst door gelige roodwieren (*Laurencia papillosa* en *Hypnea cervicornis*). Vervolgens wordt de ondiepte doorsneden door een zand strook waarin een relatief sterke stroom staat (Fig. 12 en sectie 6.2.4.). Ten noorden daarvan ligt een veld wat grotendeels uit *Neogoniolithon* bestaat.

Na een volgende relatief kale strook wordt de noordrand van het Secu di Sorobon gevormd door een koepelvormige structuur met aan de rand een koraalbankje, met met name *Porites* soorten. Het centrale gedeelte hiervan is zo ondiep dat er zelfs bij hoog water nauwelijks gesnorkeld kan worden. De atolvormige *Neogoniolithoti* bank wordt alleen in het zuidwesten even onderbroken. Tussen het vertakte kalkwier (bedekking tot 50%) staat wat zeegras (*Thalassia*). Overige opvallende wieren zijn: *Caulerpa sertularioides* f. *farlowii*, *Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium*, *Cladophora* sp., *Dictyosphaeria cavernosa*, *Halimeda incrassata*, *H. opuntia*, *Penicillus dumetosus*, *Hydroclathrus clathratus*, *Hypnea cervicornis*, *Laurencia papillosa*, cf. *Amphiroa fragilissima*, *Spyridia filamentosa* en *Acanthopora spicifera*. Voorts groeien er de koraal soorten *Porites astreoides*, *Favia fragum* en *Siderastrea radians*.

In het zuidelijk deel van de ring is *Thalassia* relatief talrijk (60%) en maken ook *Chondrilla nucula* en andere sponzen deel uit van dit gezelschap. Aan de westkant ligt tegen de ring een bankje *Halimeda opuntia*, ook met *C. nucula*. Op het ondiepe centrum groeit veel *Porites porites*, met name in het zuidelijke gedeelte. Andere organismen (meer incidenteel) op en rond deze bank waren het brandkoraal (*Milleporai*, de zeeanemoon *Bartholomea annufata* met de pistoolgarnaal *Alpheus armatus*, de zeeëgel *Lytechinus variegatus*, en de steekmossel *Pinna carnea*.

De westkant van het Secu di Sorobon bestaat uit een vlakte van kalksteen doorsneden met breuken en veelal bedekt met een dun laagje zand. Hier is minder *Thalassia* aanwezig en is *Hypnea cervicornis* aspectbepalend. Daar waar de breuken zich verwijden tot hopen en waar lokaal een paar grote stenen liggen worden wordt een rijke visfauna gevonden. Langoesten (*Panulirus argus*), de kappersgarnaal (*Stenopus hispidus*), de inktvis *Octopus vulgaris*, de borende zeeëgel *Echinometra lucunter*, Zwarte zeeëgels (*Diadema philippii* met krab *Percnon gibbesi*, de Longjaw squirrelfish en Gevlekte murene vinden daar een schuilplaats. Daar waar de zandlaag wat dikker is werden ook sporen van een snel gravend organisme waargenomen, waarschijnlijk een snake eel (Ophichtidae).

Ten tijde van het onderzoek lagen ten oosten van het Secu di Sorobon honderden grote zeeëgels (*Tripneustes esculentesi* in langgestrekte aggregaties ongeveer in no-zw richting. Vermoedelijk hielden deze samenscholingen verband met de voortplanting. Opvallend was dat op 20 maart aan de westrand van het gebied tegen de *Thalassia*weide ongeveer honderd dode *Tripneustes* met losse stekels werden gevonden, tezamen met eieren (Waardenburg,

pers. meded.). Het ligt voor de hand dat dit (door de voortplanting") verzwakte zeeëgels waren die zich niet langer met hun zuigvoetjes aan het substraat konden vasthouden en door de stroming over het Secu di Sorobon rolden totdat ze tegen het zeegras bleven steken. Ook Wagenaar Hummelink (1977) maakt in dit gebied (zijn station 1564) in 1967 melding van "many *Tripneustes*". Andere opvallende echinodermen in dit gebied waren enkele grote exemplaren van de zeekomkommer *Holothuria mexicana*.

Iets ten noorden van het Sorobon Beach resort steekt een opvallend rechte structuur in noordoostelijke richting Awa Blanku in (foto 21). Het betreft hier niet de resten van een ooit aangelegde pier, maar een bank van *Neogoniolithon strictum*. Evenals bij het Secu di Sorobon ontstaan dergelijke lineaire structuren doordat losliggende kalkalgen zich ophopen op plaatsen waar rechte breuken in de ondergrond zitten. De bedekking door *N. strictum* varieert van 25 tot 40%. Verder komen dezelfde wieren voor als bij station 26. Voorts de zeeëgels *Tripneustes esculentus* (levend) en *Clypeaster subdepressus* (dood). De enige vissen waren Yellowfin mojarra's (*Gerres cinereusi*).

Overige organismen op het Secu di Sorobon waren de spons *Sphaciospongia vesparium*, de zeeanemonen *Stoichactis helianthus*, *Phymanthus crucifer* en *Bunodosoma*, de grazende naaktslak *Tridachia crispata*, de borstelworm *Hermodyce*, de zandkokerworm *Loimia medusa* en slechts enkele exemplaren van de kussenzeester (*Oreaster reticulatus*). Naast diverse Karkó's werden bij Sorobon eenmaal de slak *Voluta musica* en van een *Natica* soort eikapsels ("sandcollars") gevonden. Voor *V. musica* was dit de enige vindplaats tijdens dit onderzoek.

6.3.2.7. Punta Rancho

Voor Punta Rancho wordt onder water een harde bodem aangetroffen. De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 4 (station 109). Hier groeit geen *Thalassia*, maar wel *Neogoniolithon* (25-50%). Andere wieren zijn *Halimeda opuntia* (1-10%), *Laurencia papillosa* (5- 10%), *Codium repens* (1 %) en verder soorten als cf. *Cla dop ho ra* sp. en *Spyridia filamentosa*. Het is de enige vindplaats van *Ernodesmis verticillata*. Deze vegetatie neigt naar het type C4 volgens de typologie van Van den Hoek *et al.* (1972). Voorts enkele sponzen zoals *Chondrilla nucula* (1 %) en het koraal *Porites astreoides*. Mobiele organismen waren vertegenwoordigd in de vorm van een langoest (*panulirus argus*) en een spinkrab (*Microphrys bicornutus*).

In de overgang naar de meer centraal in het Lac gelegen *Halimedazone* werden exemplaren van de viltalg *A vrainvillea nigricans* gevonden.

6.3.3. Randbaaien

6.3.3.1. Boca di Coco en Boca Chikitu

Boca di Coco wordt aan de buitenzijde begrensd door een ondiepe barrière waarop zich *Rhizophora* begint te ontwikkelen (foto 6 en7). Daarachter bevindt zich een zone met *Thalassia*,

Halimeda opuntia en *H. incrassata* (type Q3 volgens de typologie van Van den Hoek *et al.* 1972, zie sectie 6.5.). Vanaf ongeveer honderd meter achter deze barrière is het water van deze randbaai donker gekleurd (foto 6 en 7) door een massale ontwikkeling van de viltalg *Avrainvillea nigricans*. Deze komt in tot een meter dikke pakketten voor en groeit tot aan het laagwaterniveau. Op dit wier komt massaal het stekende anemoontje *Bunodiopsis antilliensis* voor. Waargenomen soorten worden voorts vermeld in Tabel 5 (stations 8 en 107). De visfauna in dit soort wateren is bijzonder arm (Grey snappers en Mojarra).

Halverwege de westkant van Boca di Coco kan door een kanaaltje naar Boca Chikitu worden gesnorkeld. Dit is een geïsoleerd baaitje en een restant van de voormalige opening tussen Isla di Chico en de landtong bij Boca di Coco. Ook hierin is *Avrainvillea* massaal aanwezig tot aan de laagwaterlijn. Alleen hier en daar zijn gaten in het *Avrainvillea* dek van ongeveer 60 cm diepte. Op de bodem van deze gaten ligt een zacht bruin materiaal. In het kanaaltje valt het groenwier *Caulerpa sertularioides* f. *sertularioides* op.

Achter in Boca di Coco loopt een door vissers opgehouden kanaaltje door de mangroven waardoor de weg naar Cai kan worden bereikt. Dit kanaaltje vervult een belangrijke functie in de waterhuishouding van de Awa Lodo's (zie sectie 6.3.5.2.).

6.3.3.2. Boca Fogon en omgeving

Boca Fogon (foto 9 en 15) bestaat uit drie duidelijk van elkaar gescheiden milieutypen. Achter een barrière van *Rhizophoraeilandjes*, die verder is ontwikkeld dan voor Boca di Coco, bevindt zich een bekken met een grootste diepte van 2,3 m. Het bekken dankt zijn bestaan waarschijnlijk aan een tijd waarin een sterke stroming uit het achterliggende gebied dichtslibben voorkwam. Nu is de bodem juist met een uiterst fijn slib bedekt. De opwerveling daarvan veroorzaakt mogelijk de witte kleur van het water. Kleur en beperkt zicht (slechts 2 m) doen sterk denken aan het Puitu en het zuidwestelijke deel van Pari ba di Cai.

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 5 (station 9). De onderwatervegetatie bestaat uit *Halimeda incrassata* met een bedekking van slechts enkele procenten.

Waar het ondieper wordt staat een smalle strook *Thalassia* gevolgd door een volgende barrière bestaande uit een viltig dek van twee soorten *Avrainvillea*: *A. nigricans* en *A. rawsonii*. Ook hier is het stekende anemoontje *Bunodiopsis antilliensis* aanwezig. Behalve *Avrainvillea* komt ook het groen wier *Cladocephalus luteofuscus* voor. Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, hun Fig. 7) vonden een dergelijke ontwikkeling alleen in Boca di Coco en Boca Chikitu, elders vonden zij slechts enkele geïsoleerde pollen. Gezien de kenmerkende kleurstelling op de luchtfoto's komt dit vegetatietype nu stellig op meer plaatsen voor (foto 7, 12 en 16).

Achterin Boca Fogon was de bodem bedekt door een grijze "microbial mat" van waarschijnlijk zwavelbacteriën. Deze ontwikkeling duidt op zuurstofloosheid, een conditie die zich kan ontwikkelen door een gebrek aan wateruitwisseling. Er komen geen vastzittende algen en dieren voor, maar wel werden White muller en mojarra's waargenomen. Het vroeger aanwezige kanaal tussen de eilanden Isla Fogon en Isla di Chico is geheel dichtgegroeid met

de steltwortels van *Rhizophora*. Dit is al decennia geleden gebeurd: Wagen aar Hummelinck en Roos (1969) maken reeds gewag van deze afsluiting.

6.3.3.3. Pariba di Cai

Het baait je achter de buitenste strandhaak van Cai (foto 4) bestaat uit twee gedeeltes gescheiden door een mangrove-eiland. Dit "eiland" bestond 25 jaar geleden slechts uit enkele geïsoleerde *Rhizophoràs* (Fig. 28 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969)). Nu is wat toen nog grotendeels een *Halimedabank* was geheel door mangroven ingenomen. Het zuidwestelijke direct aan het schiereiland grenzende deel was vijf jaar geleden nog aan beide zijden van het mangrove-eiland per boot te bereiken. De noordingang is nu bijna helemaal dichtgegroeid, alleen snorkelend kan men er nog door. De toegang per boot is alleen nog maar mogelijk achterin het noordoostelijke deel van het Pariba di Cai. Het zuidwestelijke deel is relatief diep en troebel. Op de bodem ligt een zachte modder van minimaal 50 cm. Waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 5 (station 2). Er is geen begroeiing en de enige vissoort die werden waargenomen was de Bigeye mojarra (*Eucinostomus havana*).

Het noordoostelijke deel is helderder. Op de zandbodem liggen Lagunenkwallen (*Cassiopeiai*). Dit type water loopt tot voorbij de noordpunt van Cai getuige de aanwezigheid van deze bodemkwal. Op 20 feb. werden er donkere pelagische platwormen aangetroffen. In de monding groeit *Thalassia* en liggen *Halimeda* banken.

6.3.3.4. Boca Djukfes

In Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, Fig. 19,21,30 en 32) is goed te zien dat er in 1949 en 1961 nauwelijks sprake was van mangrovebegroeiing tussen de weg ten zuiden van het Lac en Boca Djukfes. Rond 1967 groeit dit gebied snel dicht maar zijn er nog diverse openingen in het *Rhizophorabestand*. Nu wordt de baai geheel omgeven door *Rhizophora* (foto 18 en 19), alleen aan de noordkant is een opening naar het open Lac. Langs de zuidkant is nu een apart water "Awa Djukfes" ontstaan.

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 5 (stations 22). De baai ontleent zijn naam aan het voorkomen van de grootste Caraïbische grouper de Jewfish *tEpinephelus itajara*). Wellicht ten gevolge van speervisserij wordt de Jewfish niet meer aangetroffen. Gorissen en Meijer (1981) vennelden nog wel een waarneming van deze soort in Lac. Vroeger waren er aan de westzijde van Boca Djukfes enkele gaten in de bodem die toegang verleenden tot onderwatergrotten. Deze openingen werden niet teruggevonden, doordat ze nu overgroeid zijn door *Rhizophora's*. Wel werden ter hoogte van de vennoedelijke positie van de holen grote concentraties vis (grote Grey snappers (*Lutjanus griseusi* en Schoolmasters *tLutjanus apodus*) tussen de steltwortels waargenomen.

Het midden van de baai is geheel kaal, maar langs de zuidrand wordt een strook *Thalassia* aangetroffen.

In de monding staat een algengemeenschap met een opvallende rijkdom aan *Caulerpa* soorten: *C. mexicana*, *C. cupressoides* var. *cupressoides*, *C. verticillata* en *C. racemosa* var.

racemosa. Voorts werden *Penicillus capitatus*, *Cladocephalus luteofuscus*, *Halimeda opuntia*, *Acanthophora spicifera*, *Ceramium* sp. en een microscopisch roodwier gevonden. De vegetatie lijkt op het type 02 volgens de typologie van Van den Hoek *et al.* (1972).

6.3.4. Puitu

Het Puitu, is nu een relatief groot binnenmeer, geheel omgeven door mangroven (foto 3 en 5). Vroeger was het Puitu van belang voor de scheepvaart. Er werd zout en houtskool geladen in de salifia en water uit de bronnen bij Boca di Pos. Zeilschepen met een diepgang van 3,5 m zouden tot in 1945 hebben aangelegd (Chibo pers. meded.). Wagenaar Hummelink en Roos (1969) melden echter dat al in 1930 een roeibootje over over de *Thalassia*- en *Halimeda*-banken geduwd moest worden om het Puitu te bereiken. Fig. 22 en 29 in Wagenaar Hummelink en Roos (1969) geven aan dat er in 1967 nog sprake was van een drietal openingen aan de westzijde. Ook zijn op deze luchtopnamen de lichtgekleurde *Halimedabanken* te zien die nu geheel overgroeid zijn door *Rhizophora*. Dit proces is vergelijkbaar met wat zich in het Pariba di Cai heeft afgespeeld. Nu verschaft alleen een door vissers opgehouden tunnel door de mangroven de toegang tot het binnenmeer. De tunnel ligt ter hoogte van de meest zuidelijke van de drie voormalige openingen. Aan de landzijde is nu een ononderbroken strook *Rhizophora*. In de zestiger jaren waren hier nog twee ten behoeve van luchtkartering gemaakte openingen, maar deze zijn nu weer dichtgegroeid.

Het doorzicht van het Puitu is 1,4 m, zeer gering in vergelijking met het open water in het Lac. Langs de ooststrand worden turfresten in de bodem gevonden en vanaf -10 m uit de rand van de mangroven bestaat de bodem uit wit slib. Deze slibrijke omgeving komt overeen met de witte vlekken die op foto 3 op de voorgrond te zien zijn. In het midden heeft de baai een hardere zandbodem.

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 5 (stations 4 en 5). De onderwaterbegroeiing in het Puitu is zeer arm. Langs de westrand en in het zuiden liggen smalle stroken zeegras (*Thalassia*) op een oude *Halimedabank* (foto 3 en 4). In het midden in de diepste delen van het Puitu staat wat *Caulerpa* cf. *mexicana* en *Cladophora* sp .. Aan de oostzijde werd verder nog *Acanthophora spicifera* gevonden. Zowel aan de randen als in het midden van het Puitu liggen *Cassiopeias* op de bodem. Voor aangroei van mangrovewortels zie Tabel 5; Een proeffuik aan de westzijde, bij de toegang tot het Puitu, leverde zowel een Bonefish (*Albula vulpes*) van 43 cm als drie Langoesten (carapax lengte 50,65 en 90 mm) op. Deze soorten werden snorkelend niet waargenomen.

In het Puitu werden in de bodem diverse soorten grote tweekleppigen aangetroffen, echter uitsluitend dode exemplaren. Deze vondsten komen in sectie 6.6.2. ter sprake.

Bioluminiscentie. Op 4 maart 1992, bij nieuwe maan, werd in gezelschap van E. Newton, een bezoek gebracht aan het Puitu na zonsondergang (19.00-20.00h). Zeer goed was te zien dat er in het Puitu sprake is van een uitzonderlijk sterke vorm van bioluminiscentie bestaande uit een diffuse en een meer puntvormige component. Niet alleen liet de buitenboordmotor een zeer sterk lichtend spoor achter, ook de door ons opgeschrikte vissen (cf. Bonefish of Mangrove

snappers) verrieden hun aanwezigheid door felle lichtstrepen (-5 mis) in het water. In de Kreek di Puim waren zeegrasbladen en mangrovewortels waarneembaar door lichtflitsjes die hierop in de stroom ontstonden. Het is niet bekend door welk organisme het lichtgeven van het Puitu wordt veroorzaakt. Prackash (1971) vermeldt dat ten gevolge van humus substanties uit mangrovegebieden bloeien van de bioluminerende dinoflagellaat *Pyrodinium bahamense* kunnen optreden. In een studie naar de productie van microalgen op de Antillen (Scholten *et al.* 1989) blijkt dat dinoflagellaten in het Puitu relatief sterk vertegenwoordigd zijn. Bij het terugvaren naar Cai bleek direkt buiten het Puitu nauwelijks bioluminiscentie meer aanwezig was. Het Puitu heeft daarmee een zeer bijzonder karakter.

6.3.5. Kreeken

6.3.5.1. Kreek naar het Puitu

Het aan- en afvoerkanaal van het Puitu is een smalle tunnel (breedte ca. 2 m) door de mangroven. Dit kanaaltje wordt open gehouden doordat er af en toe wordt gekapt. Aan de kant van het open Lac is een verbreding die van boven open is. De diepte varieert van 0,5 tot ca. 1,5 m en is met een kleine boot te bevaren.

De waargenomen soorten worden vermeld in Tabel 5 (station 106). Vooral de rijke sponsbegroeiing van mangrovewortels is opvallend. Ook komen diverse kleine roodwiersoorten op de mangrovewortels voor (o.a. *Ceramium* sp.) en er zwemmen verscheidene vissoorten tussen (Tabel 7). In het brede gedeelte liggen *Cassiopeia*'s op de bodem. Op de bodem groeien *Caulerpa sertularioides* f. *sertularioides* en *Caulerpa verticillata*.

6.3.5.2. Kreek di Coco

Deze kreek is ook een door vissers opgehouden tunnel door de mangroven van waaruit vervolgens de zandige landtong bij A wa di Coco wordt doorsneden (foto 6). De steile afkalvende wand van deze doorsnijding geeft de indruk dat deze verbinding recent is ontstaan. Dit wordt bevestigd door de wiel afdrukken op het nu van het land gescheiden deel van de landtong. Rensen (pers. meded.) bevestigde dat de landtong in 1990 nog per auto bereikbaar was. Op foto 7 lijkt de loop van een oudere, wat oostelijker gelegen kreek zichtbaar maar deze is vermoedelijk dicht gegroeid.

De Kreek di Coco verzorgt de wateruitwisseling met het noordelijk gebied achter de eilanden.

In de kreek zwemmen grote scholen *Cyprinodon* en *cf. Atherinomorus*. Dit trekt soms grote aantallen reigers aan (zie sectie 6.8).

6.3.5.3. Kreek di Pedro

Een gedetailleerd verloop van het water tussen Rooi Pedro en Isla di Pedro is te zien in de uitsnede in Fig. 12. Deze kreek voorziet de wateruitwisseling van het gebied ten westen van de eilandketen met het open Lac. De Kreek di Pedro is op de meeste plaatsen ca. 2-5 m breed en de diepte varieert van 0,5 tot ca 1,5 m. De kreek splitst zich in het zuiden in een westelijke en een oostelijke tak. Beide takken worden door mangroven overkoepeld zodat ze vanuit de lucht niet te zien zijn. Alleen daar waar de westelijke tak zich naar het oosten buigt en in het open Lac uitmondt is zij van boven open. Vroeger werden de kanalen door vissers open gehouden middels kappen. In 1949 was het kanaal nog geheel van boven open en anno 1967 was er sprake van een tunnel (Fig. 20 en 42 in Wagen aar Hummelinck en Roos 1969). Nu kan het westelijke traject alleen snorkelend nog geheel gevolgd worden. Het oostelijke traject is aan de kant van het open Lac door steltwortels van *Rhizophora* dichtgegroeid. Beide kanalen worden geblokkeerd door omgevallen bomen.

De kanaaltjes zijn vanuit het Lac niet met een boot te bereiken. Ze monden bovendien uit in zeegrasvelden waarboven te weinig water staat om er met een boot met buitenboordmotor te kunnen varen en in beide mondingen is een ondiepe drempel van zandig materiaal aanwezig. Dit zal de hoeveelheid water die in en uit kan stromen beperken. De bank voor de oostelijke monding is op foto 8 en linksonder op foto 17 goed te zien. Rondom deze bank schieten *Rhizophoras* op.

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 5 (stations 17 en 102). Vooral de rijke sponsbegroeiing van mangrovewortels is opvallend. Ook komen diverse kleine roodwiersoorten op de mangrovewortels voor. In dekreeken is een grote rijkdom aan vissoorten gevonden. Bijzonder is de aanwezigheid van tenminste twee Verpleegsterhaaien (*Ginglymostoma cirratum*) in de kreek.

De bodem van de kreek is een zandige rug met *Halimeda opuntia* en *H. incrassata*. Het sediment wordt voor een belangrijk deel door restanten van deze kalkalgen gevormd. Verder komt *Thalassia* vrijwel overal voor. Ook *Udotea flabellum*, *Cladophora* sp., *Chaetomorpha* sp., *Dictyota diehotoma*, *Acanthophora splcifera* en *Spyridia filamentosa* werden waargenomen. Op de bodem en ook op zandbank voor oostelijke opening liggen *Cassiopeias*.

Ter hoogte van Isla di Pedro werden libellen waargenomen.

6.3.6. Wateren tussen mangroven en achterland

6.3.6.1. Randwateren

Zowel in het zuiden als in het noordwesten van het gebied bevinden zich langs de rand van het gebied een aantal wateren die naar het centrum van het Lac toe worden begrensd door mangroven: A wa Djukfes (station 112), A wa Molina (22), A wa Yuwana zuid (114) en noord (13 en 101), Awa Wan apa (12), Awa Lodo di Bakuna (100 en 11) tot Awa di Co co (10) en

Awa "D" (6). Tussen Awa Yuwana z en Rooi Pedro bevinden zich nog twee van dit soort wateren (zonder naam). Vaak is er nog sprake van enige getij werking (Fig. 8).

Afgezien van Awa Djukfes (zie sectie 6.3.3.4.) verloopt het dichtgroeien van deze wateren met *Rhizophora* traag in vergelijking met wat zich voor het Puitu en Pariba di Cai voordoet. Een vergelijking van bijvoorbeeld foto 9 met figuur 31 in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) wijst uit dat deze wateren 25 jaar geleden ongeveer dezelfde omvang hadden als vandaag. Dit houdt waarschijnlijk verband met minder gunstige watercondities en in een aantal gevallen mogelijk met geitenvraat (sectie 7.10), maar ook het bodemtype kan van belang zijn. De bodem van deze wateren bestaat veelal uit hard substraat. Hierop slaat *Rhizophora* veel moeilijker op dan op een ondiepe *Halimedabank*. In de richting van de mangroven ligt er meestal wel een tot 30 cm dikke laag sediment / organisch materiaal, maar de harde bodem daaronder is meestal nog wel voelbaar.

De omstandigheden in deze wateren worden gekenmerkt door relatief grote fluctuaties in zoutgehalte en temperatuur. Slechts een beperkt aantal planten en dieren kan zich in deze wateren handhaven (Tabel 6). De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 6. Belangrijkste wiersoorten zijn de groenwiertjes *Batophora oerstedii*, *Acetabularia calyculus* en *A. crenulata*. Op mangrovewortels komen *Bostrychia tenella* en *Polysiphonia* sp. voor. Kenmerkend was het voorkomen van *Cassiopeia*. Deze bentische kwal gedijdt alleen in heldere wateren omdat ze in symbiose leeft met eencelligen die licht nodig hebben. Een soort die regelmatig en uitsluitend in deze wateren voorkwam was de slak *Melongena melongena*, soms ook met eikapsels. Het betrof de kleine vorm. De grote vorm ("Indianen-schelp") is alleen van prehistorische schelpenhopen bekend (zie Wagenaar Hummelinck en Roos, 1969). Ze bleef beperkt tot plaatsen waar hard substraat beschikbaar was. Dit laatste gold ook voor de groenwieren *Bathophora oerstedii* en *Acetabularie crenulata*. De schaatsenrijder *Trochopus plumbeus* werd alleen in Awa Yuwana n. aangetroffen. Alhoewel misschien minder intensief naar dit insect werd uitgekeken dan destijds door Wagenaar Hummelinck en Roos, bestaat de indruk dat deze soort ernstig is achteruitgegaan. Zo'n 25 jaar geleden werd ze nog op 14 verschillende locaties gemeld.

6.3.6.2. Awa Lodo di San José en Awa Lodo di Chico

In het noordwesten van het gebied liggen twee ondiepe wateren waar mangroven - vnl. *Avicennia* - afsterven of reeds afgestorven zijn. Het gaat om het Awa Lodo di San José in het westen en het oostelijk daarvan gelegen A wa Lodo di Chico. Deze wateren worden van elkaar gescheiden door een strook nog deels levende mangrove in het verlengde van Boca Fogon. Zowel vanaf Kaminda Sorobon als vanaf Kaminda Lac is het Awa Lodo di San José goed te overzien. Men kijkt daar door een woud van stamresten en afgebroken takken. Aan de noordoostkant bevindt zich een afzetting van geërodeerd materiaal wat gedeeltelijk boven water ligt daar een kale zoutvlakte ("sebka") vormt. Het Awa Lodo di Chico, ten noorden van Isla di Chico, is vanaf Kaminda Lac nu nog vrijwel helemaal aan het gezicht onttrokken door een smalle zoom levende *Avicennia*. Er is echter een gat in deze gordel waardoor het mogelijk is toch een groot deel van het Awa Lodo di Chico vanaf de weg te "scannen".

De watertemperatuur kan plaatselijk oplopen tot bijna 40°C en zoutgehaltes bereiken waarden van meer dan 100 ‰. Voorzover er al een getijdeverschil is, is dit zeer gering. Het contact met het open Lac wordt verzorgd door de Kreek di Coco (sectie 6.3.5.2.)

De waargenomen soorten zijn weergegeven in Tabel 6 (station 32 resp. 33 en 34). Een veel voorkomende en karakteristieke soort was hier het "zeegras" *Ruppia maritima*. Het bedekt in drooggevallen toestand tot 50 % en soms wel 100 % van de bodem. Het komt voornamelijk rond dode mangroven voor, waarschijnlijk omdat zich hier de ondiepste plekken bevinden waar nog voldoende licht in het troebele water doordringt om groei mogelijk te maken. *Bathophora* komt hier ook voor, groeiend op mangrovehout en incidenteel voorkomende stenen. In beide wateren werden ten tijde van het onderzoek in totaal ruim 250 flamingo's waargenomen (zie sectie 6.8).

6.3.7. Afgesloten wateren

6.3.7.1. Poel bij ruïne Sorobon

In het zuidelijke deel van het Soroboncomplex bevindt zich een poel (station 23). Deze is deels opgevuld met betonresten. De poel wordt gekenmerkt door de wieren *Bathophora oerstedii* en *Acetabularia crenulata*.

6.3.7.2. Plasje op de oostelijke strandhaak van Cai

Op de oostelijke strandhaak van Cai bevinden zich een aantal geïsoleerde plasjes (foto 3 en 4) die nauwelijks op het getij reageren. Dat deze wateren niet uitdrogen moet komen doordat ze via de poreuze ondergrond met de zee in contact staan. Op station 3 bedroeg de dagelijkse temperatuurfluctuatie 1,0°C en het zoutgehalte 79 ‰. In dit extreme milieu werden het slakje *Cerithidea costata*, een waterkever, een duikerwants en het visje *Cyprinodon* gevonden.

6.4. Status mangroven

Thom (1984) noemt een zevental geomorfologische structuren waarbij mangrovegroei optreedt. Het Lac kan worden geclassificeerd als "Setting 7: a carbonate environment behind a mobile but protective sand or shingle barrier". Dit type is globaal gezien relatief zeldzaam vanwege het ontbreken van een rivierinvloed. Optimale condities voor mangroven worden gevonden in tropische estuaria waarbij sprake is van een over het jaar gelijkmatig verdeelde sterke regenval (Balsco 1984). Vanwege het ontbreken van rivierinvloed en regelmatige regenval kan de mangrovegroei rond het Lac niet alleen worden gezien als bijzonder maar ook worden beschouwd als relatief kwetsbaar.

Op infraroodopnamen (foto 7, 9 en 16) zijn bestanden van de Rode mangrove (*Rhizophora mangle*) zichtbaar als een rode zoom aan de rand van vele wateren. De lichtrode meer

gevlekte (sectie 6.1.) stukken binnen de rode zomen komen overeen met Witte mangroven (*Avicennia germinans*). Omdat vanaf het open Lac en langs de wateren aan de rand van het gebied veelal *Rhizophora*'s staan lijkt het alsof deze soort sterk domineert. Alleen bij Sorobon en om het Awa Lodo di Chico is *Avicennia* ook duidelijk zichtbaar vanaf de weg. Luchtfoto's zoals foto 9 en 19 laten echter zien dat qua oppervlak *Avicennia* belangrijker is dan *Rhizophora*.

Het gebied ten noordwesten van de eilanden was in de eerste helft van deze eeuw vrijwel geheel met mangroven begroeid en bevatte daarmee het belangrijkste bestand aan mangroven in het Lac. Nu sterven vooral in het noordelijk gedeelte grote stukken af waardoor het Awa Lodo di San José en het Awa Lodo di Chico tot grote ondiepe wateren zijn geworden. Op de hogere delen, met name ten noorden van Isla Fogon is een grote slibvlakte ontstaan. Skeletten van *Avicennia* geven aan dat het afsterven een proces is van hooguit enkele decennia. Wagenaar Hummelink en Roos (1969) leidden uit luchtfoto's af dat het afstervingsproces in 1949 al gaande was en dat ten noorden van Isla di Chico in 1930 al dode boomkruinen te zien waren.

Vanuit de lucht zijn nog goed de krekten te zien die ooit langs beide zijden van Isla Fogon de wateruitwisseling van dit gebied verzorgden (foto 9). Nu zijn ze aan de monding geheel dichtgegroeid. De hoge mangroven die zich langs de oostelijke kreek, ten westen van Isla di Chico ontwikkelden, zijn nu afgestorven (foto 10 en 12). Ze werden ooit bijna 16 m hoog, vergelijkbaar met levende mangroven die nu aan de buitenzijde van Isla di Chico staan. Verder noordelijk staat nog een smalle strook *Avicennia* van ruim 4 m hoog, die de begrenzing tussen het Awa Lodo di Chico en het Awa Lodo di San José vormt.

Er zijn maar weinig gegevens uit het verleden beschikbaar over hoogtes van mangroven in het Lac. Stoffers (1956) meldt dat *Avicennia* meestal niet hoger wordt dan 4 m. Voor *Rhizophora* wordt een gemiddelde hoogte van 5 m opgegeven en op sommige plaatsen "zelfs tot 7m". Bij Punta Wanapa stonden *Avicennia*'s van meer dan 8 m hoog (Fig. 39 in Wagenaar Hummelink en Roos (1969)). Deze zijn nu verdwenen. Bij Boca Chikitu waren de mangroven meer dan 8 m hoog. Tussen het eiland Rancho en Boca Fogon wordt voor de *Rhizophora* hoogte 12 m opgegeven. Ter plekke worden nu dode *Rhizophora*'s van die hoogte gevonden, maar ook levende exemplaren van ruim 15 m hoog.

Zoals reeds genoemd in sectie 6.3.6.2. staat het noordelijke gedeelte nu alleen maar in contact met het open Lac via de smalle Kreek di Coco. Er is sprake van enige wateruitwisseling rond Punta Wanapa (rechts op foto 13) maar tijdens het onderzoek heersten hier alleen enkele windgedreven reststromen. Mogelijk is deze verbinding belangrijker in het seizoen met de hoogste waterstanden.

Het westelijke gedeelte achter Isla Rancho en Isla di Pedro is er qua mangrovebedekking beter aan toe. Dit wordt geïllustreerd door het tracé wat door het kadaster in 1965 werd gekapt. In het zuiden tot de hoogte van Isla Yuwana is het nog wel te herkennen, maar het noordelijk deel is niet meer van de omgeving te onderscheiden, alleen bij Punta Wanapa resteert nog een geul in de slibvlakte. Door de wateruitwisseling via de Kreek di Pedro is er tot in Isla Yuwana nog een getij verschil aanwezig van bijna de helft van wat er in het open

Lac wordt gemeten. Omvallende bomen, afgebroken takken en het dichtgroeien van verbindingskanalen en de monding van de Kreek di Pedro vormen echter een bedreiging voor het open blijven van mangrovekanalen en daarmee de wateruitwisseling van ook dit gebied.

Het afsterven van de mangroven in het noordwesten wordt deels gecompenseerd door het uitgroeien van mangroven aan de zuidoostkant van de eilanden richting het open Lac. De zoom die hier ontstaat is echter maar smal, en aan de achterzijde tegen de eilanden sterft zij al weer af (foto 11, 12, 14-17, zie ook sectie 6.3.1.3.).

In het noordoostelijk gedeelte wordt de laatste decennia de sterkste uitbreiding van mangroven waargenomen: tussen Boca Fogon en Boca di Coco, tussen Boca di Coco en Boca di Pos, voor de voormalige opening van het Puitu en in het Pariba di Cai (zie ook onder de betreffende secties). Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) melden dat de mangroven zich hier in 1930 al sterk in zeewaardse richting aan het uitbreiden waren. De opslag en uitbreiding van *Rhizophorabestanden* vindt hier plaats op voormalige *Halimedabanken*, zonder dat dit ten koste gaat van de wateruitwisseling. Alleen ter hoogte van Boca di Pos, daar waar de weg een driehoekje van het Lac afsnijdt staat wat dode mangrove.

Rond Punta Kalbas stond in 1949 nog geen *Rhizophora* zoom (Fig. 20 in Wagen aar Hummelinck en Roos (1969)). Zelfs in 1967 is er nog sprake van een lang strand tot aan Boca di Pedro ("Playa di Palu Kalbas") waarbij wel de eerste zaailingen en een 3 m hoge *Rhizophora* voor de kust te zien zijn (Fig. XXIXa in Wagen aar Hummelinck 1977). Nu zijn er ten noorden van Punta Kalbas mangroven van bijna 8 m hoog en is er nog maar een klein strandje over. Alleen een aantal tunnels bieden zicht op het open Lac. Ten zuiden van Punta Kalbas bij Mangel Altu worden de hoogste mangroven van het gebied gevonden, bijna 18 m hoog.

Hoewel er vraagtekens geplaatst kunnen worden of *Conocarpus erectus* een echte mangrovesaart is (Stoffers 1956), wordt het voorkomen van deze soort wel hier behandeld. De belangrijkste bestanden bevinden zich ten noorden van Punta Kalbas en bij Mangel Altu (Fig. 13). Aan de zeezijde grenzen ze aan een strook *Rhizophora*. Afgekapte stammen herinneren nog aan de tijd dat *Conocarpus* werd geoogst. De bosjes staan op een zandige bodem waarin zich veel landkrabben bevinden.

Geïsoleerde bomen, in combinatie met enkele *Laguncularia racemosa* bomen staan ter hoogte van Punta Wanapa en op de punt van Cai. Op de binnenste strandhaak van Cai en op diverse andere plaatsen, zoals Isla Rancho en Isla di Pedro, staat *Conocarpus* in struikvorm.

6.5. Wieren (algen)

Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) besteden in hun publicatie slechts aandacht aan vier wiersoorten, te weten *Halimeda opuntia*, *Avrainvilia nigricans*, *Acetabularia crenulata* en *Batophora oerstedii*. Door Van den Hoek *et al.* (1972) is de wierenflora op 7 locaties beschre-

ven en ingepast in een typologie voor Curaçao en het Lac. Voor zover bekend zijn geen andere onderzoeken aan de wieren in het Lac uitgevoerd.

De gevonden soorten zijn weergegeven in Appendix 3. Er werden 65 verschillende soorten aangetroffen, te weten 31 groenwieren, 8 bruinwieren, 24 roodwieren, 1 soort blauwwier en 1 soort uit de groep van de Cyanobacteriën.

Het totaal aantal wiersoorten is hoger dan de genoemde 65 aangezien niet alle monsters tot op soortsniveau zijn gedetermineerd en mogelijk ook soorten niet verzameld zijn (het gebied is niet dekkend onderzocht). De belangrijkste soorten groen-, bruin- en rood wieren zijn echter stellig geïnventariseerd. Een meer complete soortenlijst is uit kwalitatief oogpunt interessant maar voor het ecologisch inzicht niet van groot belang. Onderbelicht zijn de blauwwieren, die o.a. op een aantal ondiepe, zeer zoute locaties matten vormen (sectie 6.3.1.3., zie voor soorten bijvoorbeeld Van den Hoek *et al.* (1972)).

De meeste wieren hebben hard substraat nodig om zich vast te hechten. Een aantal in het Lac belangrijke groenwiersoorten komt echter ook op zachtere bodems voor. Ze hechten zich door middel van horizontale uitlopers aan het substraat (*Caulerpa* soorten), vormen grote massa's (*Avrainvillea* soorten) of groeien op zeegras. Verschillende soorten zijn belangrijke kalkproductanten (*Halimeda*, *Neogoniolithon*). De kalkplaatjes van *Halimeda* vormen een vrij harde sedimentlaag, het zg. *Halimeda-zand*. In grote delen van het gebied wordt dit sediment aangetroffen.

Wat het aantal soorten betreft en waarschijnlijk ook qua biomassa hebben de groenwieren (binnen de wieren) de overhand, zij komen verspreid over het gehele gebied voor. De belangrijkste soorten zijn *Halimeda* spp., *Caulerpa* spp. en - in verschillende Boca's *Avrainvillea nigricans*.

Bruinwieren komen in het Lac nauwelijks voor. Belangrijkste zijn *Dictyota diehotoma* en *Hydroclathrus clathratus*. Deze komen met name op het Secu di Sorobon voor. Grotere bruinwieren met hoge biomassa (*Sargassum* soorten), *Styopodium zonale* en *Padina sanctae-crucis* komen aan de noordkust van Bonaire veel voor en ook direct buiten de monding bij Cai, maar ontbreken in het Lac.

De belangrijkste rood wieren zijn *Laurencia papillosa*, *Acanthophora spicifera*, *Neogoniolithon strictum* en *Hypnea cervicornis*.

Het eulitoraal. In de getijdezone komen wieren voor op hard substraat (kalksteen, keien, kunstmatig hard substraat) of op mangrove-wortels. De steltwortels van *Rhizophora mangle* en de pneumatophoren van *Avicennia germinans* vormen een substraat voor met name roodwieren. Gezien het beperkte getijverschil is het oppervlak aan geschikt substraat in het eulitoraal zeer gering ten opzichte van het sublitoraal.

De belangrijkste vegetatie-typen (*sensu* Van den Hoek *et al.* 1972) zijn:

- A *Entophysalis deusta* (een Cyanobacteriën-gemeenschap, vormt kenmerkende zwarte zone);
- B2: *Cladophoropsis membranacea* en *Cladophora* sp. (microscopisch kleine groenwieren).

- I *Bostrychia-gemeenschap* (microscopisch kleine roodwieren), met name op mangrove steltwortels.

Het sublitoraal. In het gedeelte dat permanent onder water staat komen meerdere vegetatietypen voor zoals door Van den Hoek *et al.* (1972) beschreven. Doordat de soortencombinaties vaak in mozaïeken voorkomen is het nauwelijks mogelijk de vegetatietypen als zodanig te karteren. Soms komen de vegetatietypen op slechts enkele vierkante meters voor. Het Secu di Sorobon (sectie 6.3.2.6.) is het soortenrijkste gebied van het Lac voor wat betreft de wieren. Ze komen in telkens wisselende combinaties voor, waarbij de aan- of afwezigheid van het zeegras *Thalassia testudinum* mede bepalend is.

Op zeer lokaal niveau werden *sensu* Van den Hoek *et al.* (1972) de volgende vegetatietypen herkend:

- C4: gedomineerd door *Laurencia papillosa* en *Neogoniolithon strictum*;
- 01: gedomineerd door *Caulerpa verticillata*;
- 02: gedomineerd door *Caulerpa verticillata* en *C. sertularioides* (in dit onderzoek werden meerdere *Caulerpa* soorten gevonden);
- Q1: gedomineerd door *Thalassia testudinum*, *Halimeda opuntia* en *Penicillus* soorten;
- Q2: gedomineerd door *Thalassia testudinum*, *Halimeda opuntia* en *Neogoniolithon strictum*;
- Q3: gedomineerd door *Thalassia testudinum* en *Halimeda opuntia*;
- Q4: soortenarme variant van *Thalassia*-zeegrasveld;
- S2: gedomineerd door *Centroceras clavulatum*, *Polysiphonia subtilissima* en *Penicillus capitatus* (gevonden zijn *Ceramiaceae* en *Polysiphonia* sp.);
- T1: gedomineerd door *Dictyota* en roodwieren;
- T2: gedomineerd door *Caulerpa sertularioides* en *Acanthophora spicifera*;
- vt: gedomineerd door *Batophora oerstedii* (en *Acetabularia crenulata*);

Van den Hoek *et al.* (1972) deelden *Avrainvillea nigricans* in bij de hiervoor genoemde typen Q1, Q2, Q3. Gezien de zeer hoge dichtheden van *Avrainvillea* in een aantal Boca's moet hier echter duidelijk een apart type worden onderscheiden:

- Z: gedomineerd door *Avrainvillea nigricans*.

De kenmerkende soortensamenstelling is bij de verschillende locaties besproken (sectie 6.3).

6.6. Ongewervelde dieren

6.6.1. Karkó

Zeegrasbedden vormen het natuurlijke habitat van *Strombus gigas*, de Karkó, die tot 30 cm lang kan worden. Deze slak graast op benthische diatomeeën en filamenteuze algen en neemt

daarbij potentiële concurrenten en overwoekeraars van het zeegras weg. In het eerste jaar, waarin de Karkó uitgroeit tot een lengte van 6 cm, leeft zij ingegraven in het sediment. Ze vormt een prooi van roggen, schildpadden, langoesten, krabben, octopus en diverse roofslakken. Daarna komt ze tevoorschijn en verdwijnt de camouflage. In het derde of vierde jaar ontwikkelt de schelp de karakteristieke lip (Creswell en Davis 1991).

In het Lac komt het zelden zover en exemplaren van vier jaar of ouder zijn een zeldzaam verschijnsel. Zo gauw de slakken het sediment verlaten worden ze dankzij hun opvallende kleur al door vissers gevangen. Schelpen van twee- en meerjarige karkó's worden bij Cai te koop aangeboden (à 20 US\$, ongeveer 10 maal zoveel als het vlees oplevert). De vangst van tweejarigen is op zich al een teken van een duidelijke overexploitatie van de soort.

Op de verschillende locaties is gelet op de aanwezigheid van Karkó. In de omgeving van Sorobon en Cai is snorkelend gericht gezocht. De grotere exemplaren (3 jaar en ouder) konden snorkelend en slepend achter de boot goed worden waargenomen. Kleine exemplaren in de bodem zijn grotendeels onopgemerkt gebleven.

Op het Secu di Sorobon leven hooguit enkele tientallen grotere exemplaren. Bij Cai en in de bovengenoemde raai werden slechts enkele exemplaren gevonden. In de Boca's is de soort niet gevonden. De indruk bestaat dat het aantal grote karkó's in het Lac hooguit in de honderden zal lopen. Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) vonden tijdens een viertal tochten slechts 11 exemplaren en interpreteerden dit destijds ook al als zijnde een gering aantal. Volgens een plaatselijke visser Boekhout (mond. meded.) zou de Spotted eagle ray (*Aetobatis marinariy* vroeger veel voorkomen bij Sorobon. Misschien is zij achteruitgegaan tegelijkertijd met de teruggang van de Karkó, een belangrijk prooi organisme. Een andere soort *Strombus costatus* zou in het Lac zeer talrijk zijn, en op het diepste gedeelte op het zand zou *S. pugilis* voorkomen (De Jong en Kristensen 1965). Tijdens deze studie werden beide soorten niet waargenomen, dan wel aangezien voor *S. gigas*.

Tijdens het laatste decennium zijn er diverse pogingen verricht door Marcultura (sectie 7.8.) om het Karkó bestand weer op peil te brengen door het kweken van jonge exemplaren en deze vervolgens in het Lac uit te zetten. Tussen 1982 en 1988 werden jaarlijks tot drie miljoen 5 cm lange Karkó's gekweekt. In totaal werden bijna vier miljoen juvenielen (3 mnd oud, 4 cm lang) in geschikte milieus rond de ABC eilanden uitgezet. Onder de gunstigste omstandigheden bleek hiervan 10% te overleven totdat de visserij zijn tol begon te heffen (Hensen en Grashof 1991). Mede gezien de diversiteit aan predatoren is een zorgvuldig onderzoeksprogramma in het veld nodig om uitspraken te kunnen doen over het relatieve belang van natuurlijke mortaliteit en bevissing.

Een aspect waaraan doorgaans weinig aandacht wordt besteed is het belang van lege schelpen van de Karkó. Niet alleen worden ze gebruikt door heremietkreeften, ook juveniele vissen houden zich bij voorkeur op in en nabij deze natuurlijke holen. Als zodanig vormen ze kleine oases in de zeegrasbedden. De schelp betekent een vorm van hard substraat waarop aparte soorten algen zich vestigen zodat de diversiteit van zeegrasbedden wordt verhoogd. Ook vormt de schelp een substraat voor eiafzetting door vissen, wellicht ook voor de in het Lac aanwezige inkvis *Sepioteuthis sepioidea*.

6.6.2. *Codakia orbicularis* en andere tweekleppigen

De "Atlantic tiger lucine" *tCodakia orbicularis*, een tot 10 cm grote tweekleppige, werd door Wagenaar Hummelinck en Roos (1969, hun Fig. 11) uitsluitend in het Puitu gevonden. Er werd nagegaan of daar thans ook nog *Codakia's* voorkomen door op vier plaatsen aan de rand van deze binnenbaai 25 exemplaren uit te graven, tot op een diepte van 50 cm in de bodem. Daarbij werden uitsluitend dode exemplaren gevonden. Aangezien het ligament nog veelal intact was lijkt het aannemelijk dat de schelpen vrij recent zijn doodgegaan. Omdat de visser Boekhout ze nog steeds zou opvissen, zouden levende *Codakias* misschien nog dieper in de bodem kunnen zitten. De beschikbare tijd maakte een zoektocht met Boekhout helaas onmogelijk.

In het midden van de baai (station 4) werden naast *Codakia* ook lege doubletten van Egg cockles (*tLaevicardium laevigatum*) en mesheften (*Tagelus divisus*) gevonden, de laatste lokaal in een dichtheid van 1700 m⁻². In het zee gras bed kwamen naast *Codakia*, ook dode exemplaren van *Periglypta listeri* voor, een andere grote tweekleppige (7 cm).

De pareloester (*Pinctada imbricata*) uit de afzetting bij A wa di Coco werd in het hele Lac niet meer aangetroffen. In de binnenbaaien van Curaçao is het een algemene soort in ondiep water (De Jong en Kristensen 1968).

6.7. Vissen

In Tabel 7 wordt een overzicht gegeven van de vissoorten op verschillende locaties in het Lac. Voor de visfauna van de min of meer geïsoleerde wateren aan de rand van het Lac zie Tabel 6. In totaal werden 75 verschillende vissoorten gevonden. Een vergelijking met gegevens van andere waarnemers (Tabel 8) leidt tot een totaal lijst van 117 soorten. Het voorkomen van een aantal soorten berust slechts op incidentele waarnemingen. Echter het feit dat dit onderzoek - uitgevoerd gedurende slechts een maand - toch al 20 vissoorten te zien gaf die niet door andere waarnemers worden gemeld, geeft aan dat het werkelijke soortenaantal ongetwijfeld hoger ligt. De oorzaak voor de hoge soortenrijkdom moet in de eerste plaats gezocht worden in de grote verscheidenheid aan habitats, waarbij elk zijn speciale vissoorten kent.

De zee grasvelden en de ondiepe en zoute Awa's waren in het algemeen soortenarm wat vissen betreft. Diverse soorten Mojarra's en in de meest zoute wateren *Cypinodon* waren nog het meest algemeen. Een aantal soorten komt specifiek in zee grasvelden en omgeving voor zoals de grote koffervis *Lactophrys trigonus* en de goed gecamoufleerde Blackear wrasse (*Halichoeres poeyi*). Regelmatig werden kleine papegaaivissen, zoals de Bucktooth parrotfish (*Sparisoma radiansi*) en grotere "Blennies" gezien, maar het bleef veelal onduidelijk om welke soorten het ging. Van der Knaap (1982) noemt de Redtail parrotfish *tSparisoma chrysopterum*) als een van de meest gevangen soorten in het Lac, maar ook een andere voor zee grasvelden karakteristieke soort, de Slender parrotfish *tCryptotomus roseusi*, wordt gerapporteerd (Tabel 8).

De Binnenklip, gedeelten van Secu di Sorobon, de koraalformaties op Awa Blanku en de koraalpuinhelling in Boca di Lac bij Cai hebben een gevarieerde bodem met hardsubstraatstructuren en herbergen een veel soortenrijker visbestand. Dit is deels te verklaren vanuit de voedselsituatie. Vissen zoals dokters- en papegaaivissen kunnen hier op algen grazen. Andere soorten zoals murenes, squirrelfish en bepaalde trekkervissen houden zich bij voorkeur op in de omgeving van holen, die alleen maar in een hardsubstraatomgeving worden gevonden. Ook vissen met een voorkeur voor een zandige omgeving komen hier voor, want vaak is het harde substraat gedeeltelijk met zand bedekt.

Langs mangroven en in krekens kwam een beperkt aantal soorten voor, met name mojarra's en de Grey (=Mangrove) snapper (*Lutjanus griseus*). Opvallend was het voorkomen van tenminste twee verpleegsterhaaien in de Kreek di Pedro. Tussen de *R. hizophorawortels* zwommen scholen grote (-30 cm) Schoolmasters (*Lutjanus apodus*).

In de randbaaien, op de overgang tussen mangroven en zeegrasvelden waren White mullet (*Mugil curema*) en juveniele Barracuda (*Sphyraena barracuda*) algemeen. Ook werden in dit milieu diverse scholen kleine zilverachtige visjes gevonden. Alleen een silverside (*Atheronomorus* cf. *stipes*) kon als zodanig worden herkend. Niet uitgesloten is dat er nog meer soorten waren zoals de Dwars herring (*Jenkinsia lamprotaeniai*).

Kinderkamerfunctie. Gezien de grootte van de meeste vissen die werden waargenomen is het de vraag of de mangroven en zeegrasbedden van het Lac de opgroeifunctie vervullen die daaraan zo vaak wordt toegeschreven. De hiervoor genoemde locaties met hardsubstraatstructuren lijken voor veel soorten belangrijker te zijn. Als er al juvenielen bij mangroven of zeegrasvelden werden gesignaleerd dan kwamen deze ook vaak in de buurt van hardsubstraat voor (Tabel 7). Opvallend was wel dat in drie verschillende krekens de op het koraalrif van Bonaire zeldzame Rainbow parrotfish (*Scarus guacamaia*) werd gevonden. Hoewel het gaat om vissen van 20 tot 30 cm kunnen deze als sub-adult worden beschouwd. Ook de afmetingen van Barracuda waren altijd kleiner dan op het koraalrif.

Gezien de jaarlijkse ritmiek in voortplantingsactiviteit bij de meeste vissen, kan een inschatting van de waarde van de diverse milieus van het Lac als kinderkamer slechts gemaakt worden als daarnaar een onderzoek van minimaal een jaar wordt ingesteld. Het is goed mogelijk dat allerlei vissen het juveniele stadium in een ander seizoen doorlopen dan waarin het onderhavige onderzoek werd uitgevoerd. Gorissen en Meijer (1981) deden eind 1981 een onderzoek met valnetten tussen de mangroven en op zeegrasbedden in het Lac en vergeleken de resultaten met vergelijkbare cijfers afkomstig van het koraalrif. Ze concluderen dat de zeegrasbedden van het Lac een belangrijke kinderkamerfunctie vervullen voor de French en Bluestriped grunt (*Haemulon flavolineatum* en *H. sciurus*), de Yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*), Doctorfish (*Acanthurus chirurgus*) en Stoplight parrotfish (*Sparisoma viride*). Mangroven waren belangrijk voor de Grey snapper (*Lutjanus griseus*) en Barracuda (*Sphyraena barracuda*). Beide milieus zouden van belang zijn voor het opgroeien van Schoolmaster (*Lutjanus apodus*) en Four-eye butterflyfish (*Chaetodon capistratus*). De waarde van het gebied als kinderkamer voor het Lac zelf gold vooral bij de Gray snapper en de Schoolmaster.

De opgroefunctie van het Lac werd dus aangetoond voor maar een beperkt aantal vissoorten. Gezien de hiaten in de bestaande kennis kan echter niet uitgesloten worden dat zeegras-, *Halimeda*- en mangrovenmilieus (met name de randen, tussen de *Rhizophorawortels*) toch voor meer soorten in een bepaalde levensfase van belang zijn.

6.8. Vogels

Gedurende de gehele veldwerkperiode werden waarnemingen gedaan betreffende het voorkomen van avifauna: Met name voor flamingo's, diverse reiger- en steltlopersoorten was het Lac van groot belang. Hier volgt een overzicht van waarnemingen tussen 20 februari en 27 maart 1992.

Bruine boebie (*Sula leucogaster*). Op 26 februari voor Cai een exemplaar vissend in Lac.

Bruine pelikaan (*Pelecanus occidentalis*). Bij verschillende gelegenheden tussen 21 februari en 7 maart een ex. bij Cai. Op 22 maart werden twee exemplaren waargenomen.

Amerikaanse fregatvogel (*Fregata magnificens*). Bij Cai werden diverse malen fregatvogels gezien. Veelal ging het om vogels die vissersboten volgden. Ook kwamen er fregatvogels af op vissers die bij Cai hun vis schoonmaakten.

Op 3 maart, om zeven uur 's avonds, werd boven het mangrovekanaaltje naar het Puitu een groep van 24 fregatvogels gezien. Ook na zonsondergang zweefde er nog een exemplaar boven deze locatie. Op 22 maart betrof het 16 stuks om zes uur 's avonds. Op 14 maart zweefden er om zeven uur 's morgens 31 fregatvogels boven het Puitu. Blijkbaar is de onmiddellijke omgeving van het Puitu van groot belang als roestplaats.

Voous (1983) noemt de mangroven van het Lac eveneens als vaste roestplaats voor de fregatvogels van Bonaire en spreekt over aantallen van 50 tot 100-200, waarbij de aantallen afhankelijk zijn van de broed activiteit in kolonies in de omgeving. De Amerikaanse fregatvogel broedt niet op Bonaire maar in 1980 werden wel paringsrituelen waargenomen in het geïsoleerde mangrovebosje voor Punta Rancho (Frater Candidus pers. meded.).

Reigers

De reigers vormen één van de opvallendste verschijningen in het Lac. Veel soorten kunnen worden aangetroffen in de beschutte randwateren van het Lac. Omdat deze vaak vlak langs de weg liggen die rond het gebied loopt vormen ze een belangrijke toeristische trekpleister.

Incidenteel komen vele soorten tegelijkertijd samen op een plaats. Zo werden op 4 maart om 8 uur 's morgens bij Awa di Coca ruim veertig reigers (zes soorten) geteld *viz.* 4 Witbuikreigers (*Egretta tricolor*), 10 Roodbruine reigers (*Egretta rufescens*), 10 Amerikaanse kleine zilverreigers (*Egretta thula*), 9 Grote zilverreigers (*Egretta alba*), 6 Amerikaanse blauwe reigers (*Ardea herodias*) alsmede 2 juveniele Kleine blauwe reigers (*Egretta caerulea*).

Een andere plaats waar vaak veel reigers werden gezien was de noordelijke uitloper van Awa Yuwana n. De grotere reigersoorten (Amerikaanse blauwe reiger en Grote zilverreiger) ontbraken hier, maar de Groene reiger (*Buitorides striatus*) maakte wel deel uit van het gezelschap.

Aan de zuidkant van de plas van Akzo Salt Antilles ten zuiden van Kaya Ir. R. Statius van Eps, bevindt zich een groep dode bomen (afgestorven door het inlaten van zout water). In deze bomen werden ook veel reigers aangetroffen.

Geelkruinnachtreiger (*Nyctanassa violacea*). Deze krabbeneter werd slechts éénmaal waargenomen en wel op 27 februari in de *Rhizophora* 's aan de rand van Boca Djukfes.

Groene reiger (*Butorides striatus*). Dit is de meest algemene reiger van de Antillen en één van de drie reigersoorten die broedt in het Lac (Voous, 1983). Enkele van de plaatsen waar zij werd waargenomen: Pariba di Cai, Puitu, plasjes bij meetpalen "C" en "D", de noordelijke uitloper van Awa Yuwana n en Punta Calbas. Meestal ging het om exemplaren die aan de rand van en/of op de steltwortels van *Rhizophora* zaten. In dit milieu zijn zij goed gecamoufleerd en worden vaak pas opgemerkt door hun luidruchtig gedrag als men te dichtbij komt. Hierdoor wordt hun aantal makkelijk onderschat.

Kleine blauwe reiger (*Egretta caerulea*). Afgezien van de eerder genoemde reiger-aggregatie waarbij twee juvenielen werden waargenomen, werden uitsluitend solitaire individuen gezien en wel bij de volgende locaties: De Boca ter hoogte van het Puitu, Awa di Coco, de noordelijke uitloper van Awa Yuwana n en bij Boca Djukfes.

Witbuikreiger (*Egretta tricolor*). De Witbuikreiger werd regelmatig in gezelschap van de Roodbruine reiger (*E. rufescens*) en Amerikaanse kleine zilverreiger (*E. thula*) gezien. Het grootste aantal op een locatie bedroeg 7 en 15 exemplaren. Dit was respectievelijk 's avonds op 27 en 's ochtends op 28 februari in de noordelijke uitloper van Awa Yuwana n, toen daar ook een groot aantal Amerikaanse kleine zilverreigers werd gezien. Bij andere gelegenheden werden hier meestal maar één of twee exemplaren gezien. Een andere plaats waar de Witbuikreiger voorkwam (1 tot 4 ex.) was bij Awa di Coco. Het is één van de drie reigersoorten die in het Lac broedt (Voous, 1983).

Roodbruine reiger (*Egretta rufescens*). Het maximale aantal op een locatie bedroeg 10 exemplaren, namelijk tijdens de bovengenoemde reigeraggregatie bij Awa di Coco. Bij andere gelegenheden werden 1 tot 4 exemplaren geteld. Zij werd waargenomen van Kreek di Coco tot aan het westelijk deel van het Awa Lodo di Bakuna. In het westen in Awa Yuwana n en z. Opvallend was dat deze soort zich makkelijk liet benaderen. Bij het in de grond slaan van een peilstok keken twee Roodbruine reigers vanaf slechts een paar meter vanuit een boom toe. Het aantal exemplaren in de witte en bruine kleurfase was ongeveer gelijk. Ook deze reiger broedt in Lac (Voous, 1983).

Amerikaanse kleine zilverreiger(*Egretta thula*). Deze soort kwam meestal voor in groepen van ongeveer 5 tot 25 stuks. Van 25 februari tot en met 3 maart verbleef een dergelijke groep tegen zonsondergang in de noordelijke uitloper van Awa Yuwana n. Waarschijnlijk betreft het hier een tijdelijke roestplaats. De grootste groep werd op de avond van 27 februari waargenomen nl. 26 exemplaren. Op 3 maart zat een vergelijkbaar aantal (25 exemplaren) 's morgens bij A wa di Coco. Het is goed mogelijk dat dit aantal de gehele populatie van Lac vertegenwoordigde. De soort werd ook noordelijker in A wa Wan apa gevonden en zuidelijker in Awa Yuwana. Op 17 maart bevond zich een groep van 11 exemplaren in de mangroven van Boca Djukfes. Daarbij bleek dat deze soort snel verstoord werd door de boot en het open Lac in vloed.

Grote zilverreiger(*Egretta alba*). Met zekerheid verscheidene malen gesignaleerd bij Awa di Coco. Meestal solitair maar eenmaal een waarneming van in totaal 9 exemplaren. De soort zat waarschijnlijk ook frequent in de mangroven bij Boca di Pos en Boca di Coco, maar dit is niet geheel zeker omdat het ook zou kunnen gaan om de witte kleurvorm van de Amerikaanse blauwe reiger (*Ardea herodias*). Volgens frater Candidus komt de Grote zilverreiger ook in Pariba di Cai voor, evenals de vorige locaties op een beschutte plaats, maar toch aan de rand van de grote lagune.

Amerikaanse blauwe reiger(*Ardea herodias*). Alleen bij Awa di Coco gezien, tot maximaal 6 exemplaren. Aanwezigheid van de witte vorm aan de noordoost rand van Lac kan niet worden uitgesloten (zie opmerking bij Grote zilverreiger).

Grote of Caraïbische Flamingo(*Phoenicopterus ruber*). De Flamingo geldt als handelsmerk voor Bonaire. Zij verdient relatief veel aandacht omdat Bonaire de enige broedplaats bevat van de Zuid Caraïbische populatie die omstreeks 10.000 tot 12.000 dieren omvat. Zij broedt op het terrein van Akzo Salt Antilles. Frater Candidus verstrekke de volgende gegevens: Van 1983 tot 1986 werd er constant gebroed. Het aantal volwassen vogels bedroeg 2300 exemplaren en het aantal juvenielen 1200. In augustus 1988 waren er zelfs 3400 volwassen vogels en 3100 jongen. In januari 1990 waren er 3000 volwassen flamingo's. De laatste tijd liep het aantal flamingo's sterk terug: In 1991 van 1800 tot 600 in augustus, tot 500 in september tot november en 800 in december. In januari en februari 1992 bevond het aantal op het terrein van de zoutmaatschappij zich op een minimaal niveau van 250 exemplaren. Misschien hing dit lage aantal samen met het relatief droge jaar 1991 (sectie 3.5). In droge jaren kunnen flamingo's zich verspreiden, een fenomeen wat ook tot uiting komt doordat er in 1992 voor het eerst sinds 1958-1960 weer jongen (100 ex.) zijn uitgebroed bij het Gotomeer.

Waargenomen aantallen flamingo's in het Lac bedroegen tot voor kort ongeveer 10 tot 35 exemplaren (Frater Candidus mond. meded.). Sinds ongeveer 10 februari 1992 telde dezelfde waarnemer plotseling 100 exemplaren in het gebied.

Een dergelijke aantal kon worden bevestigd met eigen tellingen in het gebied met dode mangroven voor San José, Van 20 tot 27 februari werd daar bij vijf verschillende gelegen he-

den ('S morgens en 's avonds) een aantal van 60 tot 110 exemplaren geteld. Op 1, 2 en 3 maart liep het aantal snel terug van respectievelijk 25 naar 16 en 0.

Op 26 februari werd tevens een telling verricht in het A wa Lodo di Chico. Vanaf de weg is deze ondiepe slibvlakte met dode mangroven nauwelijks te zien. Waden door het Awa Lodo di Bakuna naar de *Avicennia* gordel is daarvoor noodzakelijk. Er werden 140 flamingo's geteld. Tezamen met individuen in het Awa Lodo di Bakuna en tussen de dode mangroven voor San José zaten er 255 flamingo's in het gebied. Op 4 maart werd een dergelijke totaalstelling herhaald hetgeen 264 stuks opleverde. Op 10 maart werden vanaf het Isla di Chico 240 flamingo's geteld in het water ten noorden van het eiland. Blijkbaar zijn de dieren die eind februari nog tussen de dode mangroven van San José zaten gemigreerd naar het meer oostelijk gelegen Awa Lodo di Chico. Van hieruit werden regelmatig foerageertochten gehouden naar het Awa Lodo di Bakuna tot aan Awa di Coco, waar aantallen tot 114 flamingo's werden geteld. Met een aantal van 250 stuks was de Flamingo de vogel waarvan tijdens de onderzoeksperiode de grootste aantallen werden geteld in het Lac. Foto 11 biedt een beeld vanuit de lucht van de flamingoconcentratie op 6 maart in het oostelijk deel van het A wa Lodo di Chico. De vogels zijn als afzonderlijke roze puntjes te zien.

Andere plaatsen in en om het Lac waar incidenteel kleine groepjes flamingo's werden gezien zijn het Awa di Wanapa (6-13 ex.), de salinja bij Cai (6 ex.) en de plas van Akzo Salt Antilles ten zuiden van Kaya Ir. R. Stadius van Eps (5 ex.).

Het voorkomen van flamingo's is niet eenvoudig te verklaren vanwege de ruime voedselkeuze van de soort: *Ephydra* larven worden veel gegeten, maar ook bacterie modder en visjes (*Cyprinodon*). In het Lac werden de dieren vooral daar aangetroffen waar *Ruppia* groeide. Dit zeegrasachtige plantje - samen met de eventueel hierop voorkomen de slakjes kan een belangrijk deel van het voedsel hebben uitgemaakt.

Eenden (Anatidae). Op 9 maart werden vijf eenden waargenomen ten zuiden van Punta Wanapa, maar de soort kon niet worden vastgesteld. Volgens Frater Candidus komen bij Isla Yuwana, dicht bij deze locatie, zowel de Bahamapijlstaart (*Anas bahamensis*) als Blauwvleugeltaling (*Anas discors*) voor.

Visarend (*pandion haliaetusi*). Deze vissende roofvogel kwam algemeen in het hele Lac voor. Vaak rustten de vogels op kale takken in hoge bomen. Herhaaldelijk werden tegelijkertijd tot drie exemplaren geteld. Er treedt migratie op tussen het Lac en het gebied van de zoutpannen in zuid Bonaire. Eenmaal werd gezien dat met succes werd gevist bij A wa di Coco. De dode mangroven bij Awa di Lodo di Bakuna en ten zuiden van San José vormen een geschikte plaats om de vis te consumeren.

Smelleken (*Falco columbarius*). Een exemplaar op 26 februari in hoge mangrove tussen Awa di Coca en Awa Lodo di Bakuna, Voous (1983) vermeldt expliciet dat deze valk boven lagunes jaagt op kleine watervogels.

Amerikaanse scholekster (*Haematopus palliatus*). Op 21 februari een paar overvliegend bij Cai.

Steltkluut (*Himantopus himantopus*). Op 10 maart werd tussen levende mangroven ten noorden van Isla di Chico, ter hoogte van het strekdammetje in het Awa Lodo di Bakuna, een vlucht van ongeveer 100 steltkluten waargenomen. De Steltkluut komt daarmee na de Flamingo op de tweede plaats van de meest algemeen getelde vogels. Op 9 en 14 maart werd in het Awa Wanapa een groep van 50, respectievelijk 65 exemplaren gezien. In de noordelijke uitloper van het Awa Yuwana n werden regelmatig aantallen geteld van 2 tot 10 stuks. Volgens Voous (1983) kunnen in de winter samenscholingen optreden tot 400 exemplaren, o.a. in een door mangroven beschutte lagune bij Sorobon. Waarschijnlijk wordt hiermee het Awa Djukfes, langs de doodlopende weg, bedoeld. Tijdens de onderzoeksperiode werden in dit water echter geen steltkluten waargenomen.

De verspreiding was vergelijkbaar met de Flamingo, hetgeen ook wordt op gemerkt door Voous (1983). Dit kan worden verklaard door een vergelijkbare voedsel samenstelling (o.a. *Ruppiazaden* en kleine slakjes).

Kleine grijze strandloper (*Calidris pusilla*). Deze en misschien ook andere soorten kleine strandlopers werden geregeld waargenomen langs de waterrand van ondiepe wateren zoals het Awa Lodo di Bakuna. Het vereist echter veel ervaring om de verschillende soorten goed uit elkaar te houden. Op 7 maart werden langs de rand van de salifia bij Cai 21 Kleine grijze strandlopers geteld.

Regenwulp (*Numenius phaeopus*). Zowel in februari als maart werd een regenwulp waargenomen in de *Batisvegetatie* ten zuiden van de weg naar Cai, eenmaal ter hoogte van salifia en eenmaal bij de opening van de Kreek di Coco. Volgens Frater Candidus vertoefde een regenwulp het hele jaar in de omgeving van het Lac.

Kleine geelpootruiter (*Tringa flavipes*). Op 4 maart om 8 uur 's morgens foerageerde in het AwaLodo di Bakuna een groep van 40 Kleine geelpootruiters.

Steenloper (*Arenaria interpres*). Tijdens elk bezoek aan Cai werd de Steenloper als vaste bewoner gesignaleerd. Het maximale aantal bedroeg 20 stuks. De soort is erg honkvast, ook Voous (1983) noemt de schelp hopen van Cai al als woonplaats.

Naaktoogduif (*Columba corensisi*). Op 3 maart 1 ex. in boom bij Awa di Coco.

Musduifjet (*Columbigallina passerina*). Een algemene verschijning vooral aan de westkant van Lac bij Kaminda Sorobon.

Lachmeeuw (*Larus atricilla*). Op 1 maart 1 ex. bij Cai. Deze soort verschijnt jaarlijks omstreeks deze tijd (Voous 1983).

Koningsstem (*Sterna maxima*). Werd regelmatig aangetroffen op het strandje bij Cai in groepjes tot maximaal 13 exemplaren.

West-Indische Parkiet (*Aratinga pertinax*). Zowel's morgens vroeg als tegen zonsondergang werden regelmatig parkieten gesignaleerd bij de *Rhizophora* mangroven in de noordelijke uitloper van Awa Yuwana n. Ook bij Isla Yuwana. Frater Candidus bevestigde dat parkieten van mangroven gebruik maken als slaappleats.

Witstaartnachtzwaluw (*Caprimulgus cayennensis*). Ten noorden van Rooi Pedro is een kleine zandige landtong begroeid met *Salicornia*. Hier werd op 6 maart om 6 uur 's avonds een mannetje van de Witstaartnachtzwaluw waargenomen.

Zwaluwen (Hirundinidae). Op 10 maart werden midden overdag enkele zwaluwen waargenomen boven het Awa Lodo di San José. De soort kon niet nader worden vastgesteld.

Caraibische spotlijster (*Mimus gilvus*). Werd regelmatig aangetroffen aan de we strand van het gebied.

Gele zanger (*Dendroica petechia*). Algemeen tussen mangroven in het gehele gebied.

Omdat de waarnemingen vaak werden gedaan tijdens toevallige passages is geen sprake van een systematische vogelinventarisatie. Uiteraard is de soortsaamenstelling erg afhankelijk van het seizoen. Zo zal in het najaar een groter aantal doortrekkende soorten worden gevonden. Toch geeft dit overzicht een goede indruk van het belang van het Lac voor vogels die geregeld worden aangetroffen zoals de Flamingo (tijdelijk), reigerachtigen, Visarend, Steltkluut en andere steltlopers en aan water gebonden vogels. Vooral de randgebieden zijn bijzonder waardevol.

In Voous (1983) worden nog veel andere soorten genoemd waarvoor het Lac van groot belang zou kunnen zijn, zoals diverse ruiters en andere steltlopers, alsmede plevieren en sterns. Voor veel watervogels zijn "muddy shores of quiet lagoons" van belang en daarin voorziet het Lac in ruime mate. Voous noemt voorts de zeldzame Geelvlugelamazone (*Amazona barbadensis*). Andere vogels die in het gebied zouden voorkomen maar niet werden waargenomen zijn volgens Frater Candidus o.a. de Grote geelpootruiter (*Tringa melanoleuca*) (Boca Djukfes), de Bandijsvogel (*Ceryle alcyon*), de bessenetende Kleine grijze vliegenvanger (*Elaenia martinica*) en Grote grijze vliegenvanger (*Tyrannus dominicensis*). De op de Antillen zeldzame Grote blauwe duif (*Columba squamosa*) werd niet waargenomen. Volgens frater Candidus rust en broedt deze soort aan de westkant van het Lac in hoge bomen.

6.9. Reptielen

6.9.1. Zeeschildpadden

Tijdens het veldwerk werden geen zeeschildpadden of legsporen gesignaleerd. Toch schijnen ze zich regelmatig in het Lac op te houden. Ten aanzien van het voorkomen van twee soorten verstrekte R. Hensen de volgende informatie:

In 1991 zijn bij Punta Mewchi aan de beschutte westkant eenmaal twee legsporen en later nog een legspoor gevonden. Omdat dezelfde individuen meerdere malen aan land kunnen komen om eieren te leggen betrof dit minimaal twee exemplaren. Het uitkomen van de jongen werd niet waargenomen, maar wel werd 24 uur daarna in de inlaat van Marcultura een juveniele Valse karetschildpad (*Caretta caretta*) gevonden. Bij hetzelfde legstrandje werd op 20 maart 1992 eveneens een Valse karetschildpad gesignaleerd.

In februari 1992 werd bij Boca Djukfes een jonge Echte karetschildpad (*Eretmochelys imbricata*) gevangen.

6.9.2. Hagedissen

Blausana (*Cnemidophorus murinus*) en Leguaan (*Iguana iguanai*) werden regelmatig waargenomen langs de westrand van het gebied. Bij Cai werd de Kako (*Anolis bonarensis*) gesignaleerd.

MENSELIJK GEBRUIK VAN HET LAC EN HAAR NATUURLIJKE HULPBRONNEN

7.1. Transport

Een overzicht van de wegen staat in Fig. 5.

Kaminda Lac, naar Cai loopt dood en wordt alleen gebruikt voor bestemmingsverkeer. Vooral op zondag als er een grote drukte bij Cai is (sectie 7.4) zal het aantal autopassages zeker 300 bedragen (150 x 2). De weg is niet verhard en vrij slecht berijdbaar. Ter hoogte van de salifia is de weg vrijwel altijd nat omdat ze op zeeniveau ligt. De weg aan de westkant van het Lac (Kaminda Sorobon) wordt gebruikt voor bestemmingsverkeer naar Lac Bay, Sorobon en Marcultura. Daarnaast wordt de weg vaak gebruikt als alternatief voor de lange rechte weg naar Belnem, door toeristen die een rondje langs de zuidpunt van Bonaire maken. De weg is geasfalteerd en is, afgezien van het bochtige tracé, goed te berijden. Langs Awa Djukfes loopt parallel aan Kaminda Ir. Randolph Statius van Eps de oude weg langs het Awa Djukfes. Deze loopt dood bij de watermolen van de Akzo Salt Antilles. De weg op het schiereiland Sorobon is zeer slecht bereikbaar vanwege de grote gaten in het asfalt.

De electriciteitsvoorziening van o.a. Marcultura geschiedt d.m.V. masten langs Kaminda Ir. Randolph Statius van Eps.

Er is geen transport van drinkwater via buizen en er lopen ook geen telefoonkabels.

7.2. Bewoning

Er is sprake van permanente bewoning door enkele personen die aan de hotels en Marcultura verbonden zijn. Daarnaast is er een semipermanente bewoning door een visser (Boekhout) nabij het Lac Bay Resort en door de beheerder van Cai ter plekke. Recentelijk zijn er twee woningen verzezen aan de rand van Awa di Coco op het terrein van Bakuna. Een van deze huizen is bewoond sinds december 1991. Het andere werd ten tijde van het onderzoek nog afgewerkt waarbij toekomstige bewoners in een container bivakkeerden. Tenslotte is er nog een landhuisachtige optrek ten zuiden van de dam in Rooi Grandi.

7.3. Overnachtingsfaciliteiten

In 1967 werd op Sorobon begonnen aan de bouw van een hotel, maar dit werd niet afgemaakt. De betonnen restanten van het hotel domineren hede ten dage nog steeds het schiereiland (foto 20 en zie ook sectie 6.3.1.2.). Enkele jaren geleden werd nog een lease-optie aan een projectontwikkelaar verstrekt om hier een ander hotel te bouwen maar de optie werd uiteindelijk weer ingetrokken (Structure Plan Bonaire 1990).

Iets ten zuiden van de punt van Sorobon, aan de oostkant bevindt zich het Sorobon Beach Resort (foto 19), een naturistenoord. Het bestaat uit een tiental bungalowtjes en langs de weg de hoofdaccomodaties.

In de zuidwesthoek van het Lac, op dezelfde hoogte als de ruïnes van Sorobon, bevindt zich het Lac Bay Resort (foto 19 rechtsboven). In 1981 bestonden er plannen bij Bonil Land Development nv uit Nijmegen om op deze plaats een toeristisch complex van 80 hectare voor ongeveer 5000 mensen aan te leggen. Sporen van het bouwrijp maken van het terrein zijn vanuit de lucht duidelijk te zien (foto 2). In 1981 werd ook de lagune uitgegraven en het strand van zijn natuurlijke vegetatie ontdaan. De eerste bouwwerkzaamheden vonden plaats in 1983 in het kader van het project Lagun villa's. In een latere fase is een restaurant geëxploiteerd onder de naam Egretta. Sinds eind 1991 bestaat het Lac Bay Resort uit een gasten accommodatie in de vorm van 10 condominiums en een centrale voorziening met onder meer een restaurant.

7.4. Voorzieningen dagrecreatie

Zowel Cai als Sorobon worden geregeld bezocht door toeristen die wat komen rondkijken. Er is altijd wel een loeale visser actief en ook het uitzicht is de moeite waard. Vooral bij Cai blijven sommigen wat langer om te zonnen, te barbecuen, te zwemmen of te snorkelen. Cai biedt ook gelegenheid om wat te eten en te drinken, badhokjes en een Wc. Van de bars ("snacks") De Keet, Lac Bay Snack en Weekend Lac Bar - was alleen de laatste open tijdens het veldwerk. Er worden schelpen van Karkó en *Cassis* (een andere slak) en gedroogde zeesterren (*Oreaster reticulartusy*) verkocht.

In het weekend (met name op zondag) komt de loeale bevolking naar Cai. Er wordt muziek gemaakt, gedanst en de Weekend Lac Bar doet goede zaken. Het aantal mensen kan daarbij oplopen tot boven de 300 en door de meer dan 100 auto's is het gehele terrein van Cai volgeparkeerd (eigen tellingen). De snacks functioneren overigens zonder vergunning, er is sprake van een historisch recht.

De recreatie op Sorobon is minder massaal. Maximaal werden 12 auto's en 26 personen geteld (behalve tijdens windsurfwedstrijden).

Een onderdeel van het Lac Bay resort is restaurant "de Roode Pelikaan".

Aan de rand van het gebied, bij de watermolen van Wanapa, is nog een uitspanning, maar deze ligt vrijwel buiten de directe invloedssfeer van het Lac.

Een vorm van educatieve recreatie wordt geboden door Marcultura (sectie 7.8). Dagelijks worden er twee rondleidingen gehouden.

7.5. Watersport

7.5.1. Zwemmen (zonnen)

Er wordt alleen gezwommen bij de stranden, voornamelijk bij Cai. Andere stranden liggen bij Lac Bay, ten westen van Sorobon en aan de westkant van Punta Mewchi. Sorobon Beach Resort wordt behalve door de hotelgangers, ook door andere personen bezocht, die hier gebruik maken van de "clothes optional" mogelijkheden (dagtoerisme). Sommige gasten zwerven via het terrein van Marcultura uit tot bij Punta Mewchi.

7.5.2. Kanoën

Hoewel het gebied uitermate geschikt lijkt voor kanotoerisme werden geen kano's (of kajaks) op het Lac waargenomen. Bij Jibe city zijn wel twee kano's te huur. De fam. Van Egeraat van het Lac Bay Resort beschikt privé over een kano en een van de nieuwe bewoners bij Awa di Coco had er een in bestelling.

7.5.3. Windsurfen

Windsurfen gebeurt voornamelijk op Awa Blanku. Op Sorobon, ten noorden van Sorobon Beach Resort bevindt zich een windsurfplankverhuur ("Jibe city"), bestaande uit een houten barak waarin surfplanken en zeilen zijn opgehangen. Er waait hier een aanlandige wind zodat onervaren surfers niet bang hoeven te zijn om weg te drijven. Tellingen wezen uit dat er gemiddeld acht windsurfers tegelijkertijd actief waren. De meesten varen op en neer tussen Jibe city en de punt van het Secu di Sorobon. Enkelen varen door tot aan punta Rancho en incidenteel zijn er surfers die de open zee op gaan door bij Cai naar buiten te varen.

Meerdere malen per jaar worden op Sorobon (internationale) surfwedstrijden georganiseerd. Onder andere op 28/29 maart 1992 was dat het geval. Er worden dan een groot aantal boeien in de lagune uitgezet. Het aantal auto's en surfplanken loopt daarbij op tot vele tientallen.

7.5.4. Zeilen

Eenmaal werden twee zeilbootjes op het Lacgezien. Ze gingen op de punt van Sorobon te water en voeren in de gehele kom van het Lac.

7.5.5. Yachting

Gedurende het veldwerk lag één jacht (> 12 ft, dus illegaal) voor anker bij Sorobon. Gezien de geringe diepte is alleen het heen en weer varen van Cai naar Sorobon via het diepste gedeelte mogelijk. Voor ter plaatse onervaren watersporters is dit overigens niet eenvoudig vanwege het ontbreken van bebakening.

7.5.6. Snorkelen

Er wordt niet veel gesnorkeld, als het al gebeurt, nog het meest bij Cai. Het feit dat een snorkelexcursie vanaf Sorobon naar de meest interessante plek, het noordeinde van het Secu di Sorobon, al gauw een uur in beslag neemt, daarbij genomen de stroming, maakt dat snorkelen hier slechts incidenteel wordt beoefend.

7.5.7. Sportduiken (scuba)

De meeste duikers komen naar Bonaire om te duiken op de koraalriffen aan de lijkzijde van het eiland. Deze liggen bovendien dicht bij de meeste hotels. De "Guide to Bonaire Marine Park" (Van 't Hof 1983) gaat niet in op het Lac. Een recente brochure van het "Bonaire Marine Park" noemt echter twee duikplaatsen bij Lac: "Cai" en "White hole", beide in feite net buiten het in dit rapport behandelde gebied. Het zijn geen plaatsen waar regelmatig wordt gedoken. Bij Cai zullen de meeste sportduikers worden afgeschrikt door de veelal hoge branding. White hole is alleen bereikbaar door middel van een boot of na een lange snorkel tocht vanaf Sorobon. In het Lac zelf wordt vrijwel niet gedoken gezien de geringe diepte. De Binnenklip en naaste omgeving is interessant, maar alleen per boot te bereiken. Tijdens het veldwerk werden geen sportduikers bij of in het Lac gesignaleerd.

Zowel om te snorkelen als te duiken lijkt het Lac vooral van belang voor de biologisch geïnteresseerde die al zo vaak op het koraalrif heeft gedoken dat hij/zij ook eens wat anders wil zien. Daarbij moet op de koop toe genomen worden dat het onderwaterzicht bij de mangroven wat minder is dan op het koraalrif en dat er sprake is van een geringe diepte (veelal minder dan 1 m en hooguit 5 m).

7.6. Bird watching

Naast de mogelijkheden voor onderwatertoerisme profileert Bonaire zich vooral als rustiek eiland met een rijke avifauna (ruim 180 vogelsoorten). Een deel van deze soorten wordt alleen bij het Lac gevonden. Bij diverse gelegenheden werden toeristen met kijkers gesignaleerd die vanuit de auto de vogels observeerden, meestal vanaf Kaminda Sorobon of Kaminda Lac. Eenmaal reed een auto ter hoogte van Punta Wanapa hiertoe een eind van de weg het terrein in.

Hoewel het Gotomeer op Bonaire veelal wordt aangeprezen als een goede plek om flamingo's te zien was gedurende de onderzoeksperiode het Lac, vooral langs Kaminda Lac, verreweg de beste plaats van Bonaire om grote aantallen van deze dieren van dichtbij te observeren.

7.7. Visserij

7.7.1. Beroepsvisserij

De visserij houdt verband met werkgelegenheid. Is er weinig werk dan zal er meer gevist worden. Er is dan ook geen duidelijk onderscheid tussen beroeps- en sportvisserij.

Het aantal aanwezige bootjes is waarschijnlijk een maat voor de visserij activiteit. Op 26 februari lagen bij Cai 7 kleine open boten voor anker, één overdekte boot, alsmede de "Veliger" van Marcultura. Daarnaast lagen er nog 11 kleine open boten op de kant. Bij Punta Kalbas lagen 6 bootjes. Bij Sorobon liggen de meeste grotere halfopen boten met overkapping, maar zij liggen hier alleen voor anker. Ze vissen meestal buiten het Lac ten oosten en zuiden van Bonaire op open zee. Op 14 maart werden bij Sorobon 9 van dergelijke boten geteld en 7 kleine bootjes. Zowel in het Awa Yuwana n als z. en in Kreek di Coco lag een bootje. Ook de locale visser bij Lac Bay beschikt over een boot. Het totaal aan kleine open boten komt daarmee op 36. Daarnaast lagen er op de diverse plaatsen nog verscheidene bootjes in een dusdanig deplorabele staat dat zij niet geacht kunnen worden een bijdrage aan de visserij te leveren. Meestal waren in het Lac hoogstens drie bootjes tegelijkertijd actief aan het vissen. Het vissen gebeurt meestal in Boca di Lac, maar incidenteel werd ook een boot in het Puitu of elders in het Lac gezien.

Kanasters zouden in het Lac in de hoogste dichtheid op Bonaire aanwezig zijn (De Meyer mond. inf.). Eenmaal werd een visser bij Cai aangetroffen die een kanaster repareerde om deze op ongeveer 100 m ten noordwesten van Cai te plaatsen. Het gebruik van kieuwnetten zou de laatste jaren aanmerkelijk zijn gedaald. Hensen schat -20 per dag in 1987 tot slechts 1 à 2 per dag in 1992. Op 13 maart was er in de opening v. h. Pariba di Cai een visser actief met een kieuwnet.

Tijdens de onderzoeksperiode werd (illegale) vangst van Karkó in het Lac waargenomen. Dit gebeurde snorkelend vanuit Cai, waar de schelpen ook te koop zijn. Een gave schelp op Punta Rancho doet vermoeden dat ook van hier uit incidenteel op Karkó wordt gevist. De soort staat op het menu van verschillende restaurants op Bonaire. Zeesterren (*Oreaster*) worden ook gevangen voor decoratieve doeleinden.

Vissen die met lijnen werden gevangen zijn onder andere Mutton snapper en Bar jack (in Boca di Lac), Barracuda en Geepachtigen. In kieuwnetten werden o.a. Bonfish gevangen.

Vroeger werd met warnetten op de Soepschildpad (*Chelonia mydas*) en Echte karetschildpad (*Eretmochelys imbricatai*) gevist (Zaneveld (1958) en Encyclopedie van de Nederlandse Antillen). Momenteel zou nog ongeveer eenmaal per week (illegaal) een zeeschildpad worden gevangen.

Bij Punta Mewchi werd in de ondiepe kuststrook gevist op aasvis.

Slechts een visser resideert permanent in het gebied: de heer Boekhout ter hoogte van het Lac Bay Resort. Hij vist met kanasters en lijn o.a. op Barracuda ten behoeve van eigen eigen gebruik en voor vrienden.

7.7.2. Sportvisserij

De sportvisserij wordt veelal in het weekend beoefend. Het gaat altijd maar om enkele personen. Lijnvissers waren actief bij Cai, waar vanaf de kant in de Boca di Lac werd gevist. Ook in Awa Molina werd met lijnen gevist (drie personen). Voor Isla Rancho werden twee personen gezien die staande in kniediep water, met een hengel visten.

7.8. Aqua- en marcultuur

Ten zuiden van Sorobon bevindt zich sinds mei 1990 " Marcultura", een centrum voor aquacultuur (voor zover er sprake is van de kweek van zoutwaterorganismen behelst dit tevens de zg. maricultuur). Het centrum ressorteert onder de stichting "Fundashon Marcultura", opgericht in 1983 door een samenwerkingsverband van de eilandbesturen van Aruba, Curaçao en Bonaire. De doelstellingen van de stichting zijn:

- Onderzoek en ontwikkeling van economisch haalbare technieken op het gebied van aquacultuur ten behoeve van de deelnemende eilanden.
- Het verstrekken van informatie over aquacultuur aan geïnteresseerde ontwikkelaars.
- Het voortzetten van de kweek van Karkó en andere soorten ten behoeve van visserij, indien noodzakelijk en mogelijk.

De doelstellingen zouden kunnen leiden tot een verandering van het huidige consumptiepatroon van de Antillen, waarbij 90% van al het voedsel wordt ingevoerd. Daarnaast betekent aquacultuur voor de eilanden een economische diversificatie, werkgelegenheid en het genereren van een exportproduct.

Marcultura ligt op een terrein van 15 hectare ten zuiden van Awa Blanku (foto 18 en 21). Het beschikt over 16 betonnen "raceways" (3000 m³) en vier vijvers van elk 4000 m³. Daarnaast zijn er testbassins met zoet en zout water, alsmede laboratoria en gebouwen voor diverse voorzieningen (Zie ook Hensen en Grashof 1991).

Teneinde Marcultura op termijn financieel self-supporting te maken bestaat een belangrijk deel uit een garnalenfarm en -hatchery. Er wordt gestreefd naar een jaarlijkse productie van 50 ton. Anno 1992 werden al daadwerkelijk garnalen geoogst en verhandeld. De gekweekte soort is een zoutwatergarnaal, de "Western white shrimp" (*Penaeus vannamei*). In de meeste landen van Latijns Amerika en de U.S.A. is dit de meest gekweekte soort (80-99.9% van de productie), o.a. omdat het een van de weinige soorten is die in hoge dichtheden kan worden gekweekt. Gezien de beoogde jaarlijkse productie per hectare en de dichtheden

waarmee bij Marcultura wordt gewerkt tot (340 exx. m⁻²) kan worden gesproken van een "super-intensieve" kwekerij (Anonymus 1991).

Met steun van de EEG en in samenwerking met TNO wordt onderzocht of organismen zoals algen, *Artemia* en ander zoöplankton kunnen worden gekweekt. Dit om te dienen als voedsel voor de gecultiveerde soorten.

Locale management strategieën en mogelijkheden tot ranching/farming van de Langoest (*Panilurus argus*) worden onderzocht.

De wateren rond Bonaire bieden geen mogelijkheden voor de intensieve kweek van weekdieren zoals Karkó en oesters omdat ze te voedselarm zijn. Doopvontschelpen (*Tridacna*) daarentegen zijn voor hun groei afhankelijk van licht (door middel van symbiose). Marcultura experimenteert met het houden van de soorten *T. crocea* en *T. derassa*.

Verschillende soorten en hybriden Tilapia's (*Sarotherodon* spp.) worden gekweekt in regenwatervijvers en in zeewater om geschikte vormen te selecteren voor verschillende cultuurtypen. Iuvenielen worden gekweekt voor een farm op Curaçao. Siervissen voor zoet- en zoutwateraquaria zoals Afrikaanse cichliden, pigmy angels en anemoonvissen worden onderzocht op hun mogelijkheden voor kweek en export. Elk regenseizoen worden 50.000 insekten etende vissen (*Poecilia* en *Cyprinodon*) aan de muskietenbestrijding van Bonaire geleverd.

Hydrografie Marcultura. De aanvoer van zeewater verloopt via een kanaal rechtstreeks uit open zee, van waaruit het wordt opgepompt. Voordat het water het terrein van Marcultura verlaat (ongeveer 30.000 m³ per dag) komt het in een verzamelbekken waarin zich roofvissen zoals Barracuda bevinden. Deze verwijderen een deel van eventueel ontsnapte organismen. Vervolgens stroomt het water door een rooster via een kanaal onder de E.E.G. Boulevard door in een ondiep water. Door verdamping stijgt het zoutgehalte en een van de weinige soorten die het hier nog in uithoudt is de Broad killyfish (*Cyprinodon dearbornii*). Het water loopt verder richting de zoutpannen van Akzo Salt Antilles via kanalen en een door een windmolen aangedreven pomp. Dit betekent in principe dat het door Marcultura gebruikte water verdampt en dat het zout en andere bestanddelen uiteindelijk in de crystalizers van de zoutmaatschappij terechtkomen.

7.9. Jacht

Over de jacht zijn maar weinig gegevens bekend. Bij Mangel Altu werden op 14 maart twee leguanenjagers gesignaleerd. Het schijnt dat het consumeren van leguanen die foerageren op manzalina bij de mens vergiftigingsverschijnselen teweeg kan brengen. Omdat manzalina algemeen voorkomt aan de westkant van het Lac genieten de leguanen ter plekke waarschijnlijk een zekere mate van natuurlijke bescherming.

7.10. Beweiding

De omgeving werd vroeger beweid met voornamelijk geiten. Op isla Rancho werd in 1967 soms nog vee gehouden (Fig. 47 in Wagenaar Hummelink en Roos (1969)). Ook nu nog komen grote aantallen geiten voor, met name langs Kaminda Sorobon langs de we strand van het gebied. Dagelijks zwerft daar een kudde van ongeveer 100 stuks. 's-Nachtsbegeven ze zich naar Wanapa. De geiten grazen in de korte vegetaties ten westen van de mangroven, doch blijken ook van de mangroven zelf te eten. Ze lopen daarbij zelfs door de ondiepe gedeelten van Awa Yuwana om vervolgens in de mangroverand te eten. Ze staan daarbij op hun achterpoten en in het water (eigen waarnemingen). Met name *Rhizophora* en *Laguneularia* worden begraasd. Ter hoogte van Punta Wanapa is goed te zien hoe vooral *Laguneularia* is "geschoren" tot op de door geiten bereikbare hoogte. Wat meer naar het zuiden dragen de *Rhizophoras* dergelijke graas sporen. *Avicennia* is veelal onbereikbaar. *Conocarpus* wordt in mindere mate gegeten.

In het gebied rond het Lac komen voorts schapen voor (tussen Bakuna en Salinja Puitu werden er ruim 30 geteld) en wilde ezels (veelal in groepen van 2 tot 6 exx.).

7.11.

Mangrovegebruik

In het verleden werden mangroven gekapt en gebruikt voor brandhout, houtskool en looien. Van het houtskoolbranden getuigen nog stukjes houtskool en enkele kalkheuvels op Isla Rancho en Isla di Chico. Ook werden mandjes en korfjes gevlochten van overlans in vieren gespleten luchtwortels van *Rhizophora* (Arnoldo Broeders 1967). In hoeverre de belangrijke honingvoorraden van de Witte mangrove werden/worden benut is onbekend. Het hout van *Conocarpus ereeta* werd gebruikt voor botenbouw. Tegenwoordig is het kappen van mangroven illegaal (behalve voor traditioneel gebruik zoals botenbouw, houtskoolbranden en looien) en -afgezien van enkele toegangskanaaltjes - werden nergens recente kap sporen aangetroffen. Ter hoogte van Mangel Altu bevinden zich nog oude gekapte stronken van *Conocarpus*.

7.12.

Winning bodemmaterialen

In het verleden is diverse malen geopperd om zand te winnen uit het Lac, maar daar is men voor zover bekend niet toe gekomen. Alleen voor het Lac Bay Resort is zand uitgegraven waardoor ter plekke een lagune met aangrenzend strand en zandwal zijn ontstaan. Wel is er een landlocatie waar op kleine schaal zand is weggehaald, namelijk tussen de duintjes aan de oostkant van de weg naar Sorobon. Bij Awa "D" is ook een kleine zandafgraving. Het zand hieruit werd in 1989 gebruikt voor het aanleggen van een weg ten westen van de Salinja Puitu (Newton mond. inf., foto 2 en 5).

Vooraf ten westen van Lac getuigen opgestapelde stenen van een zeker gebruik. In het verleden werd kalksteen gebruikt om uit mangrovehout houtskool te maken, maar ook werd

er ongebluste kalk uit geproduceerd met mangrovehout als brandstof (Encyclopedie van de Nederlandse Antillen).

7.13. Watergebruik

7.13.1. Zout water

Akzo Salt Antilles pompt water op uit Awa Molina in de meest zuidwestelijke hoek van het gebied. Het afvoerkanaal is op foto 18 en 19 goed te zien. Het water wordt opgepompt met een windmolen (capaciteit van 150 m³ per uur). De gemiddelde opbrengst is 100 m³ per uur. Gedurende de nacht in het regenseizoen is er weinig wind en loopt de opbrengst terug tot 50 m³ per uur (informatie Akzo Salt Antilles).

7.13.2. Zoetwater

7.13.2.1. Regenwater

In 1952 werd in Rooi Grandi, tussen Bakuna en San José, een dam aangelegd teneinde het regenwater te kunnen benutten. In de omgeving zijn nog meer dammen met het oogmerk regenwater te verzamelen. Voor de ligging van deze dammen wordt verwezen naar de topografische kaart van Bonaire van 1982. Het is ons niet bekend of het water wat achter de dammen blijft staan wordt benut voor irrigatie. Geiten en watervogels maken er wel gebruik van.

7.13.2.2. Grondwater

Op diverse plaatsen wordt grondwater benut. Het grondwater ontstaat uit regenwater en drijft onder de kliplaag op zeewater. Er zijn open putten (PI en P3, Fig. 9) die door vee worden bezocht. Bij Wanapa zijn diverse putten (topografische kaart van Bonaire van 1982). Een daarvan is voorzien van een windmolen. De lokale bevolking komt er met truckjes op af om water te halen.

7.14. Storting afval

Op diverse plaatsen wordt de omgeving van Lac gebruikt om afval te storten. Op kleine schaal gebeurt dit door toeristen en autochtonen die picknicken in het gebied. Een grote stapels lunchboxes die tussen de ruïnes bij Sorobon werd achtergelaten bleef daar weken liggen. De situatie bij Cai is beter want het terrein wordt daar door de beheerder dagelijks opgeruimd. Een grote stortplaats bevindt zich ten westen van Kaminda Sorobon ter hoogte van de kadas-

terpaal bij Awa Yuwana. Zij wordt door manzaliii.abosjes aan het zicht onttrokken. Kleinere stortplaatsen liggen in de *Conocalpusbosjes* tussen Rooi Pedro en Mangel Altu. Meer in het zicht ligt een vuilnisbelt nabij Sorobon Beach Resort (vnl. glas en wat blik). Op 14 maart werd hier afval verbrand waarbij de rook de mangroven in dreef. Toen de plaatselijke visser bij Lac Bay werd verhuisd naar zijn nieuwe onderkomen had zich bij zijn toenmalige huisje bij de huidige pier een grote hoeveelheid afval opgehoopt waaronder accu's. Deze afvalberg is inmiddels verwijderd door de eigenaren van het Lac Bay Resort (Van Egeraat mond. meded.).

Ook zijn er autowrakken gedumpt. Een ligt er langs de doodlopende weg langs Awa Djukfes, een ten zuiden van Sorobon Beach Resort en twee ten noorden van de toegangsweg naar Cai (landtong tussen Pariba di Cai en Puitu). Langs Kaminda Sorobon ter hoogte van Awa Wanapa stond tijdens de onderzoeksperiode een uitgebrande personenbus.

Op verschillende plaatsen in en langs mangroven, bijvoorbeeld bij Sorobon en Punta Kalbas liggen autobanden.

Tijdens veldwerkzaamheden werd herhaalde malen gezien dat een bewoner aan de rand van het Lac zijn sanitair afval rechtstreeks in Awa di Coco deponeerde omdat de sanitaire voorzieningen van zijn huis nog niet in gebruik konden worden genomen.

7.15.

Scheepsreparatie

Doordat aan de westkant van Sorobon diep water in combinatie met een strand beschikbaar is, is deze plaats zeer geschikt om boten af te meren en vervolgens op de kant te trekken ter reparatie. Ten tijde van het onderzoek lag er een (zeil)schip op het strand. Het opkalefateren van schepen gebeurde ook al in 1967 getuige een foto in Wagenaar Hummelinek (1977, Fig. XXVIIIa).

7.16.

Wetenschappelijk onderzoek

Het voor de Nederlandse Antillen unieke natuurlijke karakter van het Lac, maakt dat er reeds diverse geologische, biologische en archaeologische onderzoeken werden verricht. De biologische onderzoeken betreffen voornamelijk bepaalde aspecten (vogels, wieren, vissen). Alleen Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) verrichtten een meer integrale studie (zie ook sectie 3.7).

8. PLANNEN

8.1. Transport

Een van de plannen van het Lac Bay Resort behelst het omleggen van Kaminda Sorobon naar de westkant van het complex. Dit om te komen tot een integratie van het resort en de uitgegraven lagune.

Bij de bouw van huizen, hotels en vissershaven worden electriciteits- en drinkwaterleidingen gepland.

Er bestaan plannen om lichtboeien te plaatsen. De vissersvloot kan daardoor eerder uitvaren hetgeen de visserij ten goede zou komen. Op een kaart in het voorlopig project dossier betreffende de toeristische ontwikkeling Lac gebied Bonaire van Caribbean Consulting Engineers worden 8 lichtbakens aangegeven, maar elders wordt gesproken over 20 lichtboeien.

In het Structure Plan Bonaire (1990) wordt een substantiële toename van het vliegverkeer voorzien.

8.2. Bewoning

Het is onduidelijk in hoeverre er nog meer huizen gepland zijn bij Bakuna. Langs de weg staat een bord met "Bacuna, eigendomsterrein, lots for sale". Ook het feit dat er al wegen zijn aangelegd (foto 6) duidt op verdere bebouwing. Ten tijde van het onderzoek was er geen verkavelingsvergunning afgegeven door "bouw- en woningtoezicht" voor het gebied ten noorden van Lac (Bakuna). Aan de andere kant schrijft de wet voor dat er alleen maar een bouwplan hoeft te worden ingediend als er meer dan drie woningen op een terrein worden geplaatst. Door telkens maar een of twee huizen te plaatsen lijkt het erop dat een terrein dus toch zonder vergunning langzamerhand kan worden volgebouwd.

8.3. Faciliteiten lac Bay Resort

Er bestaan plannen om Lac Bay Resort uit te breiden met 10 condominiums, 16 villa's en een zakencentrum. Om het doorwaaien en uitzicht naar Sorobon te garanderen bestaan plannen om het mangrovenbestand op de barrière voor de uitgegraven lagune regelmatig uit te dunnen. Voor plannen m.b.t. de aanleg van een pier met bar zie sectie 8.5. Ook wil men graag de landtong tot wandelgebied bestemmen.

8.4. Toerisme

Er bestaan aanbevelingen om de toeristische basis van Bonaire te verbreden buiten het traditionele duiktoerisme (Karen Weiner Escalera Associates 1992). Daarbij wordt gewezen op de mogelijkheden voor windsurfen en vissen, de unieke planten en dieren, het lage niveau van commerciële activiteit en de karakteristieke natuurlijke schoonheid. Al deze aspecten staan zodanig in relatie met het Lac dat ze kunnen leiden tot een toename van het toerisme in het gebied. Een van de aanbevelingen is het houden van een "Birdwatching Olympics" in 1992. Vogelwaarnemers zouden daarbij een wedstrijd houden met tot doel een zo groot mogelijk aantal vogelsoorten te registreren.

8.5. Watersport

Voor Lac Bay Resort zou het bestaande pier te worden verlengd met een steiger van honderd meter lang, met dwars daarop een steiger van vijftig meter lengte voor het aanmeren van jachten. Op het einde van de 100 m pier is een bar gepland.

Het Bonaire Marine Park is geïnteresseerd in de aanleg van zg. "moorings", betonblokken van omstreeks 500 kg. Hieraan kunnen jachten en andere boten afmeren zodat schade aan de bodem door ankeren wordt tegengegaan.

8.6. Visserij

In het voorlopig project dossier betreffende de toeristische ontwikkeling Lac gebied Bonaire van Caribbean Consulting Engineers wordt de bouw van faciliteiten voor de lokale beroepsvisserij beschreven. De haven zou kunnen bestaan uit in totaal 20 boxen: 12 van 5 x 8 m en 8 van 4 x 6 m ter weerszijden van een steiger. Deze steiger zou ongeveer noord-zuid komen te liggen en aan de zuidkant door een haaks eropstaande steiger met het land worden verbonden aan de westkant van Sorobon op de plaats waar nu ook al vissersboten liggen afgemeerd (foto 19 en 20). Het geheel ligt daarmee in de luwte van Sorobon, binnen het op de foto zichtbare "groene water". Gepland zijn ook een tank en pomp voor dieselolie en een havenontvangstinstallatie voor afgewerkte motorolie. Voorts tappunten voor water, een betonnen sleephelling, een prieel van 45 m² met tafels en wasbak voor het schoonmaken van vis. Bij het prieel zal geasfalteerd worden en er komen parkeerplaatsen. Voor reparatie van boten moet men uitwijken naar faciliteiten bij Kralendijk aan de westkant van het eiland.

8.7. Marcultura

De plannen van Marcultura bestaan uit het voortzetten van de in sectie 7.8 genoemde activiteiten.

8.8. Zeewatergebruik

Akzo Salt Antilles heeft belangstelling om meer water uit het Lac te onttrekken. Zij doelt daarbij op water uit Awa Lodo di San José. Dit zou door middel van een pijpleiding naar het terrein van de zoutmaatschappij kunnen worden getransporteerd.

9. EFFECTEN VAN MENSELIJK GEBRUIK

De effecten van het huidige (hoofdstuk 7) en mogelijk toekomstige (hoofdstuk 8) gebruik van het Lac en haar natuurlijke hulpbronnen kunnen worden behandeld zowel naar oorzaak als gevolg. Om nodeloze herhaling te voorkomen wordt in dit hoofdstuk niet strikt een van deze benaderingen gevolgd. Oorzakelijke aspecten worden vet weergegeven en gevolgen worden aangeduid door gebruikmaking van onderstreping.

9.1. Gebiedsdoorsnijdingen

Teneinde locaties rond het Lac te kunnen bereiken zijn wegen nodig. Naarmate de kwaliteit van wegen verbetert (egaliseren en asfalteren) zal het gebruik ervan toenemen. Dit leidt tot een toename van diverse menselijke effecten die daarmee gepaard gaan zoals afvalproductie. Het versturende effect van autoverkeer op vogels neemt toe bij grotere verkeersdichtheid en hogere snelheden (meer decibels). Anderszins leidt het nalaten van wegonderhoud tot het ontstaan van alternatieve routes waardoor het door wegen ingenomen deel van het gebied wordt vergroot. Dit is al op verschillende plaatsen het geval zoals langs Kaminda Lac en de weg naar Sorobon. Een langzame passage door een slechte kwaliteit van het wegdek kan ook leiden tot verstoring van vogels doordat vogels eerder worden opgemerkt en men sneller geneigd is te stoppen en uit te stappen. Doodlopende wegen hebben als gevolg dat wegen tweemaal (en soms nodeloos) bereden worden en leiden tot relatief veel verstoring.

Een belangrijk deel van het landschap zoals dat door toeristen wordt ervaren bestaat uit de begroeiing van wegbermen. Een zekere vorm van opschonen van wegbermen is uiteraard nodig om de bereikbaarheid te waarborgen. In maart 1992 werd echter waargenomen dat dit dermate grondig gebeurde dat dit kan worden beschouwd als een verlies van landschappelijke waarde. Mogelijk lag de toxiciteit van de vruchten van de ter plekke groeiende Manzalifia ten grondslag aan het kappen van deze struiken. Het Manzalifiabos bij Wanapa is echter wel de enige plaats van betekenis op Bonaire waar dit "Hippomane woodland" voorkomt (Stoffers 1956).

Langs Kaminda Ir. Randolph Statius van Eps bevindt zich een bovengrondse electriciteitsleiding langs palen. De leiding loopt loodrecht op de migratieroute tussen het Lac en zuid Bonaire van Flamingo, reigers, Visarend en andere vogelsoorten. Doordat vogels tegen deze leiding vliegen vormt zij een bedreiging voor de vogelstand.

In het verleden heeft het kadaster diverse kapstroken gemaakt door de mangroven, o.a. in 1965 (Fig 41 in Wagen aar Hummelinck en Roos (1969»): Twee aan de rand van het Puitu, twee bij Sorobon en strook van 1,5 km lengte door het gebied in het westen. Een deel van de laatste kap strook is nog zichtbaar, op de andere plaatsen is het verlies van mangroven van meer tijdelijk aard geweest.

Hoewel broedende flamingo's makkelijk te verstoren zijn door overvliegende (sport) vliegtuigen, valt dat met foeragerende flamingo's wel mee. Ze waren continu in de noord-

westhoek van het Lac te vinden ondanks dat deze locatie in het verlengde van de startbaan van Flamingo Airport lag. Ook tijdens de fotovluchten op 6 maart bleef een groep flamingo's in Awa Lodo di Chico op dezelfde positie. Vanwege de overheersende oostenwind is er boven de noordrand van Lac alleen sprake van opstijgend vliegverkeer. Overvliegende silhouetten en geluidshinder werken mogelijk verstorend op sommige vogelsoorten. Toename van het vliegverkeer vanaf Flamingo Airport leidt tot een navenante toename van deze verstoringen.

9.2. Bebouwing en bewoning

Diverse vormen van bebouwing rond het Lac zijn duidelijk zichtbaar. De ruïnes van Sorobon en de schelphopen bij Cai zijn in de verre omtrek te zien. Een recent gebouwd huis bij Awa di Coco ligt zo hoog dat het vanuit het Lac gezien boven de mangroven uitsteekt. Afhankelijk van de smaak van de beschouwer kunnen vormen van bebouwing worden gezien als een vorm van horizonvervuiling.

Voor zover woningen e.d. niet op het centrale electriciteitsvoorziening zijn aangesloten, zoals bij Boca di Coca, wordt gebruik gemaakt van aggregaten. Dit leidt tot met name 's avonds tot geluidshinder.

(Semi)permanente bewoning gaat vrijwel altijd gepaard met het houden van honden. Deze huisdieren waren aanwezig zowel bij Marcultura, Awa di Coco als bij Cai (3 exx.). Bij de laatste twee locaties werd waargenomen dat deze dieren vogels (sterns en reigers) ver.: stoorden.

9.3. Betreding e.a, vormen van verstoring

Door betreding van het gebied door toeristen, passanten, bewoners en vogel waarnemers kunnen vogels worden opgeschrikt. Het houden van "Bird watching olympics" zou ook makkelijk tot verstoring kunnen leiden omdat men zich mede door het wedstrijdelement op onverantwoorde wijze toegang tot het gebied wil verschaffen. Bij het observeren van flamingo's vanuit een auto staken de vogels het foerageren niet, maar begeven ze zich wel geleidelijk tussen de mangrovebegroeiing. Als een persoon zijn auto verlaat kunnen de vogels opvliegen. Meestal strijken ze een eindje verderop weer neer, zodat ze binnen het gebied blijven, maar het opvliegen kost energie en mogelijk wordt uitgeweken naar een plaats met een slechtere voedselsituatie.

De te voorziene toename van kano-toerisme zal tot verstoring leiden, als kleine inhammen en kanaaltjes bevaren worden waar anders vrijwel nooit iemand komt. Door het stille karakter van de kano kunnen vogels dicht benaderd worden alvorens ze worden opgeschrikt. De verlichting van hotels, bebakening e.d. kan leiden tot desoriëntatie van eierleggende en net uit het ei gekomen zeeschildpadden.

In hoeverre zeedieren zoals roggen en zeeschildpadden worden verstoord door snelle vaartuigen zoals surfplanken of het geluid van motorboten is niet bekend, maar het is wel voorstelbaar.

9.4. Organisch afval

Evenals op het koraalrif dankt het water van het Lac haar helderheid aan het lage nutriënten gehalte. Deze toestand is het gevolg van het lage gehalte aan voedingsstoffen van de open zee, de bron van het water in de kom van de lagune. Daarnaast beperkt de geringe neerslag zowel de productie van organisch materiaal rond het Lac als de toevoer daarvan naar het Lac. De keren dat het regent zal het merendeel van het meegevoerde materiaal neerslaan buiten de mangroven gordel en niet in de kom van het Lac.

De natuurlijke gehalten aan voedingsstoffen zijn zó laag (sectie 6.2.5), dat er maar weinig nodig is om hierin relatief grote veranderingen aan te brengen. Het oligotrofe karakter dreigt verstoord te worden door een vergroting van de aanvoer van organisch afval ten gevolge van de productie van rioolwater. Dit is inherent aan menselijk verblijf, of dit nu is in de vorm van permanente bewoning, aan boord van jachten, in horecagelegenheden of anderszins.

Er zijn diverse manieren om het rioolwater kwijt te raken. Naast rechtstreekse storting is een eenvoudige methode het maken van een gat in de grond tot onder het niveau van de klip. Daarmee belandt het water op een niveau waarbij het door de poreuze ondergrond onder het eiland wordt doorgespoeld en uiteindelijk met nutriënten en al in zee en of het Lac terecht komt. Op Bonaire wordt veelal gebruik gemaakt van open septic tanks. Hoewel dit systeem uit hygiënisch oogpunt de voorkeur verdient boven het vorige betekent ook deze oplossing dat water met nutriënten overloopt vanuit de tank naar de omgevende ondergrond. Ook indien een variant bestaande uit drie compartimenten wordt gebruikt en het water uit het laatste tankcompartiment wordt benut voor irrigatiedoeleinden zullen nutriënten de ondergrond indirect bereiken. Door het veelal ontbreken van humus zal een groot deel van de nutriënten snel afvloeien of in de bodem dringen. In beide gevallen zullen de nutriënten uiteindelijk het Lac of de zee bereiken.

Een beperkte toename van het nutriëntengehalte kan de productiviteit van mangroven en zeegrassen verhogen. Een verhoging kan echter ook leiden tot bloei van pelagische en epifytische algen (Evans *et al.* 1986). Soms gaat dit gepaard met sterfte van andere organismen of ziekteverwekkende consumptievis. Een vermindering van het doorzicht kan leiden tot een afname van groei en conditie van zeegrassen en bodemalgen. Troebel water, schuimvorming op het strand en stank kunnen de uiteindelijke consequentie zijn van een algenbloei en daarmee wordt het toerisme negatief beïnvloed. Wellicht is het leiden van een bescheiden afvalstroom naar mangrovenvegetaties (die veelal beperkt worden in hun groei door de hoeveelheid nutriënten) te verkiezen boven de directe lozing in krekken (Hatcher *et al.* 1989).

9.5. Chemisch afval

Toename van het aantal schepen in het gebied kan leiden tot toename van antifouling-stoffen in het water. Deze milieu-vreemde stoffen zijn veelal zwaar giftig. In Europa is bekend dat oesters door tributyl-tin misvormd raken en dat de voortplanting van bepaalde slakken wordt verstoord. Het onderhoud van schepen kan leiden tot een relatief sterke dosering met antifouling, maar ook verfresten e.d. kunnen worden gezien als milieuvreemd.

Het ontstaan van drijvende olievlekken is denkbaar zowel ten gevolge van een catastrofe op open zee als door boten in het gebied zelf. Door de ligging van het gebied en de overheersende wind kan schade aan mangroven vooral verwacht worden aan de aan de oostkant van de eilandketen. Mangroven zijn bijzonder gevoelig voor olieverontreiniging doordat luchtwortels makkelijk verstopt raken.

9.6. Overig afval

Drijvend afval, zoals plastic flessen en teenslippers, komt vanuit open zee het gebied binnen. Ook bij Cai en Sorobon te water geraakte cups, PET-flessen, kunstschuim isolatiedozen en ander verpakkingsmateriaal belanden met de constante aanlandige wind makkelijk tussen de mangroven. Bijvoorbeeld bij Punta Kalbas is dit goed te zien.

Bij de huizenbouw bij Awa di Coco werd waargenomen dat plastic zakken en cementzakken in mangroven waaiden.

Voorts is sprake van vuilnishopen en autowrakken (sectie 7.14).

De restanten van vissershuisjes op Punta Rancho en op de landtong tussen Pari ba di Cai en Puitu en de ruïnes bij de salifia van Cai (Ocean Front) en Sorobon vormen ook een afvalprobleem.

Het effect van zwerfvuil is een degradatie van de toeristische waarde van het gebied met alle gevolgen van dien. Vuilstorten trekken ongedierte aan. In lege cups en flessen kan regenwater blijven staan waardoor musketenoverlast kan ontstaan.

9.7. Ankeren en andere verstoring van de onderwaterbodem

Hoewel het verboden is boten in het Lac voor anker te leggen zal men in de praktijk niet snel zijn toevlucht nemen tot een alternatief in de vorm van een steen. Dit vanwege de grote massa die nodig is om eenzelfde effect te verkrijgen als een anker. Door de meestal sterke wind staat er, ook indien veel lijn wordt gevierd, een relatief grote trek op het anker. Een anker dat door de bodem trekt verstoort de aanwezige onderwaterflora en fauna. In zeegrasvelden worden wortelstokken en op de Binnenklip kalkwieren en sponzen beschadigd. In zandbodems worden zeeëgels zoals *Meoma veniricosa* naar het oppervlak "gespit". Ook de weinige koralen bij de Dam zijn kwetsbaar, maar gezien de ondiepte en nabijheid van de brandingszone zullen

hier weinig boten komen. Het uitleggen van moorings veroorzaakt eenmalig een verandering van de zeebodem, maar zal daarna de ankerschade kunnen tegengaan.

Schade aan de bodem ontstaat ook waar boten met buitenboordmotor zich in te ondiep water begeven. In het Lac gebeurt dit gemakkelijk aan de rand van de kom op de *Halimedabanken* en ondiepe zeegrasvelden. Indien geprobeerd wordt om op de motor los te komen ontstaat veelal een grote plek met wit slib in het water. Het herstel van een door motorboten aangerichte schade aan een *Thalassia* vegetatie kan meer dan vijf jaar duren (Zieman 1976).

Het Secu di Sorobon is een bijzonder kwetsbaar gebied doordat het zo ondiep is. De *Neogoniolithonbanken* reiken bijna tot aan het wateroppervlak en worden makkelijk verstoord door windsurfers. Dit met name omdat de ondiepte zich aan de lizijde van het voornaamste surfgebied uitstrekt. Onervaren surfers zullen hier gemakkelijk aan de grond lopen ondanks de aanwezige waarschuwingsbordjes. Op blote voeten is het waden door een *Neogoniolithonbank* bijzonder onaangenaam, maar door het gebruik van surfschoentjes is dit geen probleem; daarbij breken de fragiele kalkalgtakjes makkelijk tot gruis.

9.8. Overige effecten van recreatie

In weekenden en op feestdagen wordt muziek gemaakt bij Cai. Met name de bastonen van de geluidsinstallatie zijn over het hele gebied (tot bij Lac Bay en Marcultura) te horen. Dit gaat door tot midden in de nacht. Het is niet bekend in hoeverre organismen zich hier iets van aantrekken. Deze vorm van recreatie is echter in strijd met vormen waarbij mensen stijl beschouwen als een integraal aspect van een natuurgebied.

Indien de aanleg van een steiger bij het Lac Bay Resort gebeurt door deze vanaf de kant op te bouwen, d.w.z. zonder gebruikmaking van pontons en ander zwaar materieel bestaat weinig kans op het beschadigen van de zeegrasbedden ter plekke. Een steiger waaronder water onbelemmerd kan stromen zal ook nauwelijks effect hebben op het lokale circulatiepatroon i.t.t. een stenen pier. Op de plaats waar de pier is gepland is het water hoogstens 1 m diep. Dit betekent dat alleen boten met geringe diepgang kunnen afmeren zonder de bodem te verstoren. Het aanleggen van jachten is onmogelijk. Gezien de geplande lengte van 50 m biedt de dwarspier aan de lizijde plaats aan naar schatting 20 tot 25 van dergelijke bootjes. Daarnaast is aan beide zijden van de 100 m pier waarschijnlijk nog plaats voor een aantal boten. Een aantal van meer dan 20 boten zal de draagkracht en het karakter van het Lac al snel te boven gaan. Een groot deel van het Lac is namelijk te ondiep om te bevaren waardoor de concentratie boten in het centrum te groot wordt. Toch is een dergelijk aantal in de toekomst niet denkbeeldig. Als elke villa en condominium bij Lac Bay over een boot beschikt zijn er 36 boten. Daarbij zouden dan misschien nog huurboten of boten van anderen kunnen komen. De bar, 100 m uit de kant, kan een vorm van horizonvervuiling betekenen en zou aanleiding kunnen geven tot geluidsoverlast en lichteffecten.

Met de aanleg van de lagune en schoonmaak van het aangrenzende strand is een deel van de natuurlijke vegetatie verdwenen. Het betreft hier voornamelijk een lage begroeiing bestaande uit Grijze mangel (*Conocarpus erectus*) en Strandliaan (*Ipomoea pes-capraei*). De

Als verzachtende omstandigheid kan worden aangevoerd dat *Penaeus vannamei* ook in diverse andere landen buiten de Pacific wordt gekweekt (Colombia, USA, Brasilië).

Overigens kunnen ook met ballastwater van schepen soorten in het Lac terechtkomen die er van nature niet thuishoren.

Hoewel maatregelen zijn getroffen om te zorgen dat de waterafvoer van Marcultura niet in zee terecht komt (sectie 7.8) kan toch niet worden uitgesloten dat vreemde soorten het Lac of de open zee bereiken.

Zoals genoemd in sectie 3.3 is de ondergrond van zuid Bonaire uitermate poreus. Op diverse plaatsen komt zoet of zout water aan het oppervlak en verschillende putten geven blijk van hun contact met de zee doordat ze reageren op het getij. Mogelijk kan een deel van het afgevoerde water van Marcultura via de ondergrond de open zee bereiken. Er zijn echter aanwijzingen dat dit ondergrondse water zuurstofloos is, waardoor de meeste organismen niet zouden overleven. Berekeningen die uitgaan van verdamping en gemeten zoutgehaltes in het afvoertraject (Akzo Salt Antilles) zouden uitwijzen dat het weglekken van water geen rol speelt.

Een andere manier waarop organismen de open zee kunnen bereiken is via vogeltransport. Hoewel de *Penaeus* kweek onder netten geschiedt staan op de rand van de raceways groepen meeuwen, die zich bovendien tegoed kunnen doen aan garnalen die over de rand van de bassins springen. Een in de vlucht meegenomen garnaal of vis kan vervolgens boven zee verloren gaan.

Dan is er de mogelijkheid van een catastrofe in de vorm van overmatige regen, extreem hoog water of het uitvallen van de watermolen in het afvoertraject. Onder normale omstandigheden is het waterniveau in het afvoerkanaal van Marcultura al zo hoog dat het tegen de onderkant van de brug in de E.E.G. Boulevard staat. Aan de westkant van deze weg is een dammetje opgeworpen om te voorkomen dat tijdens een niveau verhoging water ten noorden van Marcultura over de weg naar zee zou stromen. De kwaliteit van dit type dammetjes is echter twijfelachtig. Vergelijkbare dammen bij A wa molina zijn poreus getuige plassen water die zich ernaast bevinden.

Tenslotte bestaat de mogelijkheid van een "bad joke", waarbij bewust soorten vanuit Marcultura in het Lac worden uitgezet. Hiertegen is weinig te doen.

Indien soorten van nature niet in het gebied voorkomen bestaat de kans dat hun introductie ter plekke een ~ vormt. Het kan daarbij zowel gaan om grotere organismen zoals wieren, schelpdieren en vissen, als (ziekteverwekkende) micro-organismen. In het ernstigste geval kan het ecosysteem van een heel geografisch gebied worden beïnvloed, zoals de Caribbean, en stijgt het effect ver uit boven een eventuele aantasting van het Lac alleen.

9.11. Vee

Gezien de aantallen geiten, ezels en schapen en het door hen veroorzaakte begrazingspatroon kan zondermeer van overbegrazing worden gesproken. Dit betekent dat sprake is van een soortenarme flora. Alleen planten die door geiten worden gemeden zoals Conocarpus en Manzalfia domineren. In de omgeving van Punta Wanapa zijn alleen oude exemplaren van *Laguncularia* aanwezig. Bij de huidige begrazingsdruk zal deze boom op termijn uit het landschap verdwijnen. Ook door de sterke betreding van het vee wordt de ontwikkeling van het plantendek beïnvloed. De overbegrazing werkt ongetwijfeld erosie in de hand. Een mogelijk gewenst effect van geitenvraat is het openhouden van ondiepe kustwateren die worden begrensd door *Rhizophora*.

9.12.

Muskietenbestrijding

De Hygiënische Dienst van Bonaire bestrijdt regelmatig muskieten in de omgeving van het Lac. De Heer Emerenciana van deze dienst verstrekke dienaangaande de volgende informatie:

Het doel is de bestrijding van de mangrovemug of saltmarsh mosquito (*Aedes taeniorhyncus*), één van de vier soorten muggen van Bonaire. Met name bij Belnem en Tera Cora zou deze muskiet nogal eens overlast veroorzaken.

De mangrovemug zet haar eieren af in zoet tot brak water, met name tussen een vegetatie bestaande uit *Salicornia* en *Batis*. Met het opkomende water worden de larven meegevoerd naar de kust en komen ze in de hoogwatervloedmerken terecht. Daar vindt de verpoping plaats en komen de muggen tevoorschijn.

De larven kunnen een belangrijk bestanddeel uitmaken van het voedsel van flamingo's (Campbell, 1978). Tandkarpers, de Marmored killifish (*Rivulus marmoratus*) en de Broad killyfish (*Cyprinodon dearbornii*, leven voor een belangrijk deel van muskietenlarven. De eerste lijkt de laatste paar jaar verdwenen te zijn (R. Hensen, mond. meded.) maar het is onduidelijk of dit met het gebruik van insecticiden te maken heeft.

De muskietenbestrijding vindt op twee manieren plaats:

Biologische bestrijding: Door het kappen van kleine kanaaltjes in mangroven wordt aan vissen toegang verschaft tot de verblijfplaats van muskietenlarven. In 1985 werden voor het laatst drie van dergelijke kan aaltjes gekapt bij Sorobon.

Chemische bestrijding: Sinds 1978 wordt een "Dynafoog" of rookmachine gebruikt. Dit apparaat loopt op een benzinemotor. Zij verspreidt een rook die bestaat uit dieselolie vermengd met een insectenbestrijdingsmiddel. De dieselolierook is relatief zwaar en blijft daardoor laag tussen de mangroven hangen. Er wordt gestreefd naar een zg. "droge rook": Door gebruik te maken van een testpaneel moet getest worden of de rook geen natte neerslag geeft, want door het neerslaan van druppeltjes zouden vissen makkelijk kunnen worden gedood.

Als insectenbestrijdingsmiddel werd in het verleden "Cyrnbush" (een product uit Venezuela) gebruikt. Tegenwoordig wordt gebruik gemaakt van Chlorpyrifos (û.O-diethyl 0-(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl) fosforothioaat) wat onder de handelsnaam "Dursban 4e" uit de Ver-

enigde Staten wordt betrokken. Het bevat 44% werkzame stof (56 % zijn inerte bestanddelen). De dosering is 50 ml per gallon (3,8 l) diesel.

De Dynafog wordt ingezet ten oosten van de mangroven bij Sorobon en op de landtong bij Awa di Coco. Op 28 februari werd het gebruik van dit apparaat bij Sorobon waargenomen. De overheersende oostenwind zorgt dat de rook in de mangroven wordt verspreid.

Behalve met de Dynafog wordt aan de westkant van het gebied gespoten met een handpomp. Het bestrijdingsmiddel wat daarbij wordt gebruikt is Malathion (Diethyl mercaptosuccinaat, S-ester met O.O-dimethyl fosforodithioaat).

Het jaarverslag van de Hygiënische Dienst over 1990 vermeldt dat er elke week bestrijdingsacties zijn uitgevoerd bij het Lac en omgeving. Omdat daaronder echter ook Tera Cora en Belnem worden verstaan wordt het aantal acties rond het Lac zelf daarmee overschat. Uit een mondelinge toelichting van de heer Emerenciana kon worden opgemaakt dat acties bij het Lac zelf vooral van oktober tot en met december plaatsvinden. Zoals vermeld werd in 1992 ook eind februari gespoten.

Hoewel het gebruik van de Dynafog erop gericht is om de schade aan de visstand te beperken is niet bekend wat het effect is van de diesel- en insecticidenrook op de mangroven en de organismen die daarvan afhankelijk zijn. Dieselolie bestaat voor 20% uit benzeen. Vogels kunnen zich tijdelijk aan de rook onttrekken door weg te vliegen, maar indien nestactiviteiten plaatsvinden kunnen broedsels mislukken en jonge vogels omkomen. Slakken die op mangrovewortels zitten zouden zich tijdelijk in hun schelp kunnen terugtrekken en krabben zouden zich onder water kunnen begeven, maar is de vraag of deze mechanismen afdoende zijn om zich aan eventuele schadelijke effecten van diesel en insecticide te onttrekken.

Tenslotte gaat het gebruik van het rookapparaat gepaard met geluidshinder.

9.13. Baggeren en zandwinning

Baggeren en zandwinning in zeegrassvelden betekent onvermijdelijk een beschadiging van bodemvegetatie (zeegrassen en wieren) en bodemfauna. Het zal tevens een vertroebeling en mobilisatie van voedingsstoffen veroorzaken met alle gevolgen van dien. Ook kan sprake zijn van zandverplaatsing op andere plaatsen dan waar de activiteiten plaatsvinden. Een bedekking door een aantal centimeters zand zal i.h.a. niet tot permanente schade in zeegrassvelden leiden. Meijer (198?) gaat nader in op de gevolgen van zandwinning en verstoring van zeegrassbedden in het Lac.

Het eventueel uitgebaggeren van een geul ten behoeve van scheepvaart zal steeds herhaald moet worden, waardoor geen sprake is van een eenmalige verstoring.

9.14. Erosie

Rond het Lac kunnen de meeste wegtracés worden beschouwd als lage dijkjes. De afvoer van regenwater en geërodeerd materiaal naar het Lac vindt dan ook voornamelijk plaats waar duikers of labado's de weg doorkruisen (Fig. 5). Dit leidt bij een aantal duikers tot verlanding. Dit proces zal zich vroeger ook ter plekke hebben afgespeeld omdat waterdoorvoeren veelal worden aangelegd waar rooien uitmonden. Langs de westkant van het gebied blijft het meeste geërodeerde materiaal liggen tussen de weg en de mangroven. Aan de noordkant mondt Rooi Grandi uit in het Awa Lodo di San José. Het aangevoerde materiaal heeft ter plekke aanleiding gegeven tot het ontstaan van een "delta plain", die grotendeels boven water ligt. Door de aanleg van de dam in Rooi Grandi zal de hoeveelheid aangevoerd materiaal ongetwijfeld zijn afgenomen. Door het neerslaan van geërodeerd materiaal verandert een hardsubstraatbodem in een zachtsubstraattipe. Gezien het schaarse voorkomen van harde bodems, die o.a. van belang zijn voor ei afzetting en grazende organismen, betekent dit voor het gebied een verlies. Anderszins is erosie een van de weinige mechanismen waardoor voedingsstoffen het gebied kunnen bereiken.

In Awa Lodo di Bakuna (ten noordwesten van Awa di Coco) en bij Punta Wanapa liggen aan beide zijden van het water strekdammen uit koraal blokken. De stroming zal ter plekke iets worden verhoogd en waardoor geërodeerd materiaal in principe langer in suspensie wordt gehouden. Per saldo betekenen de dammen echter een vermindering van waterdoorvoer.

9.15. Gebruik water

9.15.1. Regenwater

De aanleg van dammen heeft tot gevolg dat regenwater ter plekke wordt gebruikt en verdampt. De aanvoer van regenwater naar het Lac wordt daarmee beperkt hetgeen een verhoging van het zoutgehalte tot gevolg heeft.

Het effect van dammen moet niet worden overdreven. Zo reduceert de dam in Rooi Grandi de zoetwateraanvoer naar Awa Lodo di San José weliswaar met ongeveer 50 % (het afvloeingsoppervlak bij Bakuna is ongeveer even groot als dit water en omgeving) maar een belangrijker reden voor het hoge zoutgehalte bij San José moet gezocht worden in de sterke verdamping. Een dagelijkse verdamping van 8,4 mm komt overeen met ruim 3000 mm per jaar, *i.e.* zes maal zoveel als de jaarlijkse neerslag. (De werkelijke verdamping in Awa Lodo di San José ligt wat lager want een hoog zoutgehalte remt de verdamping). Daarmee is de (geringe) uitwisseling met het open water van het Lac een belangrijker oorzaak voor het hoge zoutgehalte dan de beperking in regenwatertoevoer.

9.15.2. Grondwater

Als door grondwaterwinning meer aan de bodem wordt onttrokken dan dat er via regenwater wordt toegevoerd leidt dit uiteindelijk tot het verzouten van de bodem en het verarmen of verdwijnen van de meestal toch al karige vegetatie.

De aanwezigheid van mangroven vormt niet alleen bovengronds een barrière, ondergronds vormen wortels ook een barrière en wel voor grondwater. De snelheid waarmee (zoet) grondwater naar zee wordt afgevoerd kan toenemen indien de mangrovevegetatie verdwijnt. Mogelijkheden om dit water te benutten worden daarmee verkleind.

9.15.3. Zout water

Het onttrekken van zoutwater uit Awa Molina door Akzo Salt Antilles lijkt een beperkt effect te hebben want ter plekke wordt een bodemfauna gevonden die vergelijkbaar is met andere randwateren (Tabel 6). Wel trad op 15/16 april 1990 vissterfte op in de omgeving van de windmolen van Akzo Salt Antilles (pers. med. Gielen van Akzo Salt Antilles). Dit kan het gevolg zijn van de ligging van Awa Molina achter een dam, waarbij tijdens lage waterstand het contact met het open Lac verloren gaat met tot gevolg hoge zoutgehaltenes en lage zuurstofgehaltenes. Dit soort sterftes treden ook op onder natuurlijke omstandigheden, maar een extra verlaging tengevolge van wateronttrekking zou dit effect wel kunnen versterken. Anderszins zal bij hogere waterstand het onttrekken van water leiden tot een verlaging van het zoutgehalte doordat aanvulling plaatsvindt met water van een relatief laag zoutgehalte.

Dit laatste is ook het geval bij een eventuele onttrekking van water door Akzo Salt Antilles uit Awa Lodo di San José. Naar verwachting zal het onttrokken water worden aangevuld via de Kreek di Coco waardoor het zoutgehalte zal dalen. Een verlaging van het zoutgehalte vergroot de bestaansmogelijkheden van mangroven. Daarbij zou de geschiktheid van dit milieu als foerageergebied voor flamingo's kunnen veranderen. Hierbij dient echter wel bedacht te worden dat het gebied waarschijnlijk alleen maar geschikt blijft voor flamingo's zolang een gedeeltelijke dekking in de vorm van mangroven beschikbaar blijft.

Het afvoeren van water met buizen kan een aantasting van het landschap betekenen.

9.16. Wetenschappelijk onderzoek en monitoring.

Het doen van wetenschappelijk werk en monitoring gaat meestal gepaard met betreding en het verzamelen van monsters. Dit gaat gepaard met verstoring en schade op zeer beperkte schaal. Het is echter de bedoeling dat als uiteindelijke effect een toename van kennis en begrip ontstaat waarmee het gebied duurzaam kan worden beheerd.

10. CONCLUSIES

10.1. De ecologische waarden van het gebied

Het Lac is één der zeer weinige helderwater-lagunen van formaat in het Zuid-Caraïbische gebied (Wagenaar Hummelinck en Roos, 1969). Op Curaçao zijn de meeste binnenbaaien troebel. Alleen bij Awa di Oostpunt wordt daar een enigszins vergelijkbaar gebied met zeegrassen gevonden, zij het van veel kleiner formaat en zonder mangrove-ontwikkeling van betekenis. Het Lac dankt haar karakter aan de overheersende oostpassaat waannee voortdurend helder en voedselarm water uit de open zee het gebied wordt binnengevoerd. Het meeste water wordt aangevoerd over de Dam en stroomt ten noorden van Sorobon met de klok mee om tenslotte bij Cai het gebied weer te verlaten. Hieromheen en ten zuidwesten van Sorobon bevindt zich water met een langere verblijf tijd.

Het Lac is uniek voor de Nederlandse Antillen, omdat het een combinatie biedt van de drie belangrijke tropische kustecosystemen te weten mangroven, zeegrasvelden en op beperkte schaal ook koraalriffen. Daarnaast wordt een grote diversiteit aan andere milieutypen gevonden, milieus die bovendien vaak niet elders op Bonaire voorkomen. Op het land moeten genoemd worden zandige eilanden en landtongen (Cai, Sorobon) alsmede kalkplateaus (o.a. Isla Yuwana). Op de grens van land en water naast mangrove: saltmarshes (kwelders); saltflats (sebkhas); stranden en lage kliffen. Onder water naast zeegrasvelden en koraalformaties:

Boca di Lac, de monding van het gebied en tevens het diepste gedeelte; Awa Blanku, een ondiep zandplateau; de Binnenklip, een hard plateau met sponzengerneenschap; het Secu di Sorobon met algengemeenschappen o.a. *Neogoniolithon*; randgebieden met Halimeda-banken; randbaaien (Boca's) deels met viltwier (*Avrainvillea*); krekens (mangrovekanaaltjes); ondiepe getijdewateren omsloten door gezonde mangroven en vrijwel getijloze wateren waar mangroven afsterven / gestorven zijn (de Awa Lodo's); een aantal geïsoleerde kleine plasjes. Op elk van deze milieus wordt apart ingegaan in hoofdstuk 6.

De mangrove groei rond het Lac kan - vanwege het ontbreken van rivierinvloed en regelmatige regenval - niet alleen worden gezien als bijzonder maar ook worden beschouwd als relatief kwetsbaar. Vanaf de rand van het gebied is de Rode mangrove (*Rhizophora*) vaak de meest opvallende soort, maar uit luchtopnamen blijkt dat de witte mangrove (*Avicennia*) qua oppervlak van groter belang is.

Niet alle milieus of flora- en faunacomponenten werden eerder beschreven, maar een van de voornaamste conclusies is dat sinds 1967 het gebied nog in grote lijnen dezelfde karakteristieken vertoont. De door Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) beschreven milieutypen en dominerende organismen zijn nog steeds aanwezig. Ook worden nog steeds Karkó's opgevisst en de kussenzeester *Oreaster reticulatus* wordt incidenteel aangetroffen.

Verschillen zijn vooral het lokaal verder dichtgroeien van het gebied met mangroven waardoor het natuurlijke proces (Cintron en Schaeffer-Novelli 1983) van verstikking achter de eilanden verder is voortgeschreden. Aan de zeezijde van de eilanden maken de mangroven een gezonde indruk, maar direct daarachter, tegen de buitenzijde van de eilanden aan sterven mangroven af. Het dichtgroeien van mangroven blijkt ook uit een vergelijking van getij metingen.

Een ander verschil met de studie van Wagenaar Hummelinck en Roos is dat de grote tweekleppige *Codakia* in het Puitu lijkt te zijn verdwenen. Hoewel er nog wel op *Codakia* gevestigd schijnt te worden troffen wij uitsluitend dode exemplaren aan. Ook het zeegras *Diplanthe wrightii* lijkt te zijn verdwenen. De door Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) waargenomen schaatsenrijder *Trochopus plumbeus* is in dit onderzoek nauwelijks gevonden.

Er komen tenminste 65 soorten wieren voor, voornamelijk groen- en roodwieren. *Avrainvillea* is aanzienlijk belangrijker dan aangegeven in Wagenaar Hummelinck en Roos (1969) en Van den Hoek *et al.* (1972) en vormt dikke pakketten in de verschillende Boca's. De soorten samenstelling van wieren varieert sterk per locatie, het meest soortenrijk zijn locaties waar harde substraten beschikbaar zijn, met name het Secu di Sorobon en het gedeelte van de Awa Blanku met koraalfragmenten. Ook de Halimedabanken kunnen verschillende soorten herbergen. De zeegrasvelden zijn in vergelijking daarmee i.h.a. soortenarm. De mangrovewortels vormen een apart substraat waarop microscopisch kleine roodwieren (*Bostrychia*, *Polysiphonia*) voorkomen.

De meeste vissen worden ook gevonden op plaatsen met een harde substraatbodem: Secu di Sorobon, de Dam en de Binnenklip. Ook op zandbodems worden de grootste concentraties vis gevonden rond kleinere stukken hard substraat zoals koraalfragmenten en lege schelpen. Belangrijke leefgebieden zijn ook de kreken tussen de mangroven, zolang daar sprake is van stroming. Een kinderkamerfunctie voor het Lac is slechts aangetoond voor een beperkt aantal soorten, maar het onderzoek duurde te kort voor goed onderbouwde conclusies dienaangaande.

Voor vogels, met name reigers, steltlopers en Visarend vervult het gebied een belangrijke functie als foerageergebied. In 1992 waren de ondiepe en zeer zoute Awa Lodo's met *Ruppia* vegetatie en afstervende mangroven ook een foerageergebied voor de Flamingo. De meeste vogels werden in de rustige ondiepe wateren aan de rand van het gebied waargenomen. Diverse vogelsoorten zoals parkieten en fregatvogels gebruiken de mangroven van het Lac als roestplaats.

Het gebied is overigens ook interessant vanuit pre- en cultuurhistorisch perspectief getuige de aanwezigheid van potscherven, schelpenhopen, houtskool branderij en e.d. Daarnaast is sprake van zowel landschappelijke als wetenschappelijke waarde.

10.2. Methodologie

Een goede topografische kaart van het Lac is niet beschikbaar. In de loop der jaren is wel een goede tijdreeks van luchtfoto's ontstaan welke vooral gebruikt kan worden voor vergelijkingen betreffende de omvang der mangrovebestanden en *Halimedabanken*. In het kader van dit onderzoek werden een groot aantal vogelvluchtopnamen gemaakt. Helaas kon slechts van een deel van het Lac een (pseudo)vertikale overzichtopname anno 1992 worden vervaardigd. Infrarood opnamen gaven nuttige extra informatie betreffende de soortensamenstelling van de mangrove.

10.3.

Ontwikkeling Lac zonder verder ingrijpen van de mens

De uitbreiding van mangroven is een respons op het ondieper worden van het gebied door mat name *Halimedabanken*. Het is dus niet zo dat mangroven zelf het ondieper worden van het Lac bespoedigen, bijvoorbeeld doordat materiaal tussen de wortels neerslaat, er is alleen een stabiliserende rol (Cintron en Schaeffer-Novelli 1983, Thom 1984). De *Halimedabanken* in het noorden van de kom van het Lac zullen verder begroeid raken met Rode mangroven. Door dit proces ontstaan randbaaien die van de kom worden afgesnoerd. Bij het Puitu is dat inmiddels gebeurd, bij Boca Fogon is dit proces in volle gang. Elders wordt het open Lac langzamerhand kleiner door een gestage groei vanaf de rand.

Het hoogste interstitiële zoutgehalte waarbij nog mangrove groei optreedt (een struikvormige *Avicennia* vegetatie) is 90‰ (Cintron en Schaeffer-Novelli 1983). Tussen de eilanden en de noordrand van het Lac is het zoutgehalte ongeveer 100‰. Hier sterven mangroven verder af waardoor een groot en ondiep water ontstaat. Omdat de overgebleven mangrovestrook rond het Awa Lodo di Chico nog maar smal is (foto 10) zal dit proces zich visueel snel kunnen voltrekken. Dat er nu nog wat mangroven groei mogelijk is in het noordelijk deel van het gebied achter de eilanden is waarschijnlijk grotendeels te wijten aan het feit dat de Kreek di Coco wordt opengehouden. Blijft dit kappen achterwege dan zal het afsterven zich nog sneller voltrekken bij gebrek aan wateruitwisseling. Handhaving van de huidige status van het Puitu hangt ook samen met het openhouden van een gekapte kreek. In het westen van het gebied achter de eilanden dreigen de natuurlijke krekken snel dicht te groeien en te verzanden. Ook hier zal daardoor een situatie ontstaan zoals nu rond het Awa Lodo di San José: Het langzaam afsterven van mangroven, gevolgd door het ontstaan van een uitgestrekt ondiep hypersalien water hetgeen zich door ophoping van geërodeerd materiaal uiteindelijk zal ontwikkelen tot een zoute terra cora vlakte.

Het dichtgroeien van de toevoerkanaalen is een natuurlijk proces, maar menselijke invloeden kunnen ertoe bijdragen dat het afsterven van mangroven wordt bevorderd, bijvoorbeeld via toename van erosie en grondwateronttrekking. De vroeger ongetwijfeld belangrijke opening bij Boca Fogon is reeds lange tijd geheel dichtgegroeid en op de bodem bevindt zich een wit tapijt van waarschijnlijk door bacteriën uitgescheiden zwavel, een natuurlijke, doch hoogst ongewenste situatie. Doordat ook in de Kreek di Pedro en Boca Djukfes al een begin

van een potentieel verstikkende viltwier (*Avrainvillea*) ontwikkeling aanwezig is, dreigen ook deze wateren dicht te groeien en kunnen zich ook hier bacteriële matten in het achterliggende wateren ontwikkelen.

10.4. Menselijke effecten

Zowel bewoning als toename van recreatie leiden op verschillende manieren tot verstoring. Voor het ecosysteem lijken de ernstigste gevaren: Sanitair afval, met name de hierin aanwezige nutriënten, verstoring van vogels en beschadiging van de onderwaterbodem. Mogelijk vormt het onttrekken van zoet grondwater een ernstige bedreiging voor de groei van mangroven. Zwerfvuil en ander grof afval lijkt in de huidige omvang een minder groot ecologisch probleem maar betekent wel een reductie van de toeristische waarde. Diverse vormen van bebouwing gaan niet alleen gepaard met ruimtebeslag maar kunnen ook worden beschouwd als een vorm van horizonvervuiling. Ook geluidsproductie kan als hinderlijk worden ervaren, maar het effect op het leven is onbekend.

Met name aan de westkant van het gebied is sprake van overbegrazing door geiten waardoor de vegetatie zich niet natuurlijk kan ontwikkelen. Overbegrazing leidt o.a. tot erosie.

Ondanks dat Fundashon Marcultura speciale voorzieningen heeft getroffen dat het afvoerwater niet in het Lac komt, kan toch niet worden uitgesloten dat exoten het Lac en omgeving bereiken hetgeen tot ernstige verstoring van de natuurlijke situatie kan leiden.

Hoewel de bestrijding van muskieten erop gericht is om schade aan de visstand te beperken is het de vraag of de diesel- en insecticidenrook geen negatieve effecten heeft op de mangroven en de organismen die daarvan afhankelijk zijn zoals nestelende vogels, slakken, kreeftachtigen en vissen.

De plannen voor een vissershaven betekenen een vooruitgang ten opzichte van de bestaande situatie zolang het niet tot gevolg heeft dat de vloot wordt uitgebreid. Het aanbrengen van een bebakening voor scheepvaart betekent enerzijds een vorm van horizonvervuiling en verstoring van het natuurlijke lichtregime, anderzijds draagt het bij aan het voorkomen van beschadiging van de bodem.

Een steiger van 100 m met bar kan zonder veel risico voor het milieu worden aangelegd bij Lac Bay Resort indien uitgevoerd zoals behandeld in sectie 9.8. Het probleem zit echter in het gebruik: Gewaakt dient te worden voor geluidsoverlast, lichteffecten, bodembeschadiging en een te sterke toename van het aantal boten op het Lac. De aanleg van een dwarspier kan achterwege blijven indien de diepte bij laag water ter plekke in de praktijk toch te gering is om te varen.

11. AANBEVELINGEN

11.1. Algemeen

Voor het doen van aanbevelingen moeten de uitgangspunten en doelstellingen van het beleid bekend zijn. Hier wordt er van uitgegaan dat gewenste toekomstige ontwikkelingen van het Lac neerkomen op een behoud van het ecosysteem in zijn huidige dan wel een meer oorspronkelijke vorm (oorspronkelijk = situatie in het begin van deze eeuw) waarbij vormen van menselijk gebruik van het gebied mogelijk blijven. Het streven naar een oorspronkelijke situatie kan betekenen dat ook in het toenmalige effect van de mens moet worden voorzien, bijvoorbeeld met betrekking tot de kap van mangroven.

Bij het formuleren van beleidsmaatregelen vormt de dynamiek van het Lac een belangrijk probleem. Zij blijkt o.a. uit het dichtgroeien van de kom van het gebied met mangroven terwijl elders een groot deel van dit vegetatietype afsterft. Met name het afstervingsproces neemt inmiddels zulke grote vormen aan dat de vraag kan worden gesteld of deze (deels?) natuurlijke ontwikkeling past binnen de door het beleid geformuleerde doelstellingen. Indien het karakter van het Lac met haar dynamiek in de huidige vorm behouden moet blijven dan zal daarvoor ruimte moeten worden gereserveerd en menselijk ingrijpen kan daarbij niet worden uitgesloten.

Gezien de bijzondere kenmerken en kwetsbaarheid van het Lac verdient het aanbeveling om ontwikkelingen die neerkomen op een intensivering van het gebruik met de grootst mogelijke terughoudendheid toe te laten. Nadruk dient te liggen op natuurvriendelijke vormen van gebruik.

Globaal wordt voorgesteld dat het menselijk gebruik geconcentreerd moet blijven tot Cai en het gebied in het zuiden tussen het Lac Bay Resort en Marcultura inclusief het schiereiland Sorobon. Daartegenover kan staan een speciale beschermde status van de mangrovenmilieus in het noordwesten van het gebied en rond de eilanden als rustgebied voor vogels.

Een aantal aanbevelingen dragen het karakter van regelmatige controle en liggen daarmee op het terrein van monitoring. Zij komen ter sprake in sectie 12.

11.2.

Projectontwikkeling

Voor zover er al sprake zou kunnen zijn van kleinschalige projectontwikkeling dienen betrokkenen van te voren gewezen te worden op het corrosieve klimaat, het muskietenprobleem en de reeds mislukte projecten rond het Lac.

Mocht in de toekomst toestemming worden gegeven voor het ontwikkelen van projecten dan zou bij aanvang van het project de depositie van een sloopsom moeten worden geëist.

Met dit geld kunnen de kosten van het opruimen van de resten van het project worden betaald indien het voortijdig wordt beëindigd.

Per project is de uitvoering van een Milieu Effect Rapportage gewenst.

11.3. Bewoning

Alle bouwplannen voor huizen in de omgeving van het Lac zouden aan een vergunningsprocedure onderworpen moeten alvorens realisatie plaatsvindt. Bij het verlenen van een bouwvergunning moet worden onderzocht in hoeverre wordt voldaan aan een aantal voorwaarden zodat sanitaire vervuiling, geluidoverlast (bijv. aggregaten en honden), horizonvervuiling en andere verstoring naar het Lac toe wordt tegengegaan.

11.4. Septic tanks

Het rechtstreeks lozen van sanitair afval moet worden verboden, zeker als de huizenbouw een grotere vlucht neemt. Als alternatief voor open septic tanks dient te worden gekozen voor gesloten septic tanks. Als deze volraken moet het water worden afgevoerd naar een locatie van waaruit geen transport naar zee plaatsvindt. Onderzocht zou kunnen worden in hoeverre afvalwater van gesloten septic tanks kan worden gebruikt voor aquacultuur van algen of planten.

Aanbevolen wordt sanitaire voorzieningen met gesloten septic tanks te construeren waar menselijke concentraties optreden of verwacht kunnen worden zoals bij Cai en Sorobon. Bij Sorobon zou zo'n tank ook moeten fungeren als havenontvanginstallatie van sanitair scheepsafval.

11.5. Gebiedsdoorsnijdingen

Het verdient aanbeveling om wegen zodanig aan te leggen dat verstoring van vogels door verkeer minimaal blijft. Dit betekent dat het gunstig is als op een aantal plaatsen alternatieve routes worden aangelegd die verder van de rand van het Lac liggen dan nu het geval is.

Aan de noordkant van het gebied loopt de weg naar Cai vlak langs het Awa Lodo di Bakuna en het Awa di Coco, een belangrijk foerageergebied voor flamingo, reigers en steltlopers. Indien de verkaveling van Bakuna doorzet zal de aanleg van een nieuwe weg op enige afstand ten noorden van de huidige onverharde weg hierin kunnen worden geïntegreerd. Aan de noordoostzijde van de in 1991 verzezen huizen is overigens al een deel van zo'n trace aanwezig (foto 6).

Ten westen van het gebied loopt ter hoogte van Rooi Pedro al een spoor op enige afstand van het Lac (zie Fig. 5) maar langs het huidige (bochtige) tracé liggen geen gebieden die bijzonder gevoelig zijn voor verstoring. Asfaltering van deze shortcut is dan ook niet

gewenst want dat zal alleen maar leiden tot een frequenter gebruik van Kaminda Sorobon en hogere snelheden op deze weg. Het gedeelte tussen Punta Wanapa en Awa Yuwana zuid komt wel in aanmerking meer landinwaarts verlegd te worden om verstoring tegen te gaan. Een andere manier om verstoring terug te dringen is het creëren van mogelijkheden voor struikgroei aan de oostkant van de weg, door het opschonen van wegbermen minder rigoureuus ter hand te nemen en iets te doen aan de overbegrazing door geiten. Voorlichting in de vorm van een publicatie in de toeristenfolder en het plaatsen van enkele bordjes tegen het eten van Manzalifia appeltjes kunnen een vergelijkbaar effect sorteren als kappen waarbij het landschap minder geweld hoeft te worden aangedaan.

De thans aanwezige doodlopende weg in het zuiden langs A wa Djukfes moet buiten gebruik worden gesteld om nodeloos heen en weer rijdend verkeer tegen te gaan. Dit kan simpelweg met een bord "dead-end road" of beter door het opbreken van de weg of alleen de toegang ervan bij de splitsing.

In het algemeen dient de kwaliteit van wegen op een dusdanig niveau te worden gehandhaafd dat wordt voorkomen dat het verkeer alternatieve routes creëert.

In de toekomst dient het Kadaster alternatieve methoden van plaatsbepaling te hanteren, zodat het kappen van mangroven achterwege kan blijven.

Indien de vissersboten bij Sorobon blijven aanmeren (voor alternatief zie sectie 11.12) en zij aantoonbaar zijn geholpen bij een betere routing naar Cai dan kan overwogen worden een aantal bakens of boeien te plaatsen (zie ook sectie 11.7). Het verdient aanbeveling om het aantal lichtbakens daarbij tot een minimum te beperken in verband met het belang van het Lac als broedgebied voor zeeschildpadden. Een alternatief wordt gevormd door bakens of boeien met radarreflector.

Om aanvliegen door vogels tegen te gaan dienen electriciteits- en telefoonleidingen zoveel mogelijk ondergronds te worden aangelegd.

11.6.

Toeristische ontwikkeling

De ontwikkeling van het toerisme dient vooral te worden gericht op natuurvriendelijke vormen. Hier volgen een aantal mogelijkheden die kunnen worden gerealiseerd zonder het gebied noemenswaardig aan te tasten of het Lac zelfs ten goede komen doordat goede voorlichting wordt verstrekt.

Watertoerisme. Zowel bij Sorobon als Cai (in Pari ba di Cai) kunnen op kleine schaal kano's worden verhuurd (richtlijn: 5 tweepersoons kano's per locatie). Ter plekke moet worden gewezen op een verbod om te kanoën in kreken en baaien tussen Punta Kalbas en Boca di COCG. Het verhuren van waterfietsen wordt ontraden. Door schroef of schoepen kan de bodemvegetatie worden beschadigd en door het geringe vermogen is de kans op afdrijven aanzienlijk.

Voor grotere gezelschappen kan een kleine glassbottomboat, voorzien van deskundige begeleiding, een natuurvriendelijke vorm van bezoek betekenen. Zij kan opereren vanuit een te bouwen bezoekerscentrum (zie onder).

Gedurende twee weken voor nieuwe maan zijn de avonden donker genoeg om de bioluminescentie van het Puitu te aanschouwen. Voorstelbaar zijn bezoeken vanuit Cai van ongeveer een uur rond zonsondergang onder begeleiding (richtlijn: 2 bootjes met elk zes tot tien toeristen). De gids dient er voor zorg te dragen dat excursies niet ontaarden in luidruchtige toestanden. Om de rust van het gebied te handhaven en te beleven wordt verder aanbevolen hierbij gebruik te maken van elektrische buitenboordmotoren. Mocht dit op praktische bezwaren stuiten dan kan worden overwogen om binnenboordmotoren te gebruiken en viertaktmotoren in plaats van de meer vervuilende en geluidproducerende tweetaktmotoren.

Mangroven. Een bijzondere beleving van de mangrovenvegetatie wordt mogelijk gemaakt door de aanleg van een wandelpad door de mangroven. Zo'n pad kan bestaan uit een houten steiger van ongeveer 1,5 m boven het water, net boven het niveau waarop de stelwortels van *Rhizophora* ontspringen. Jaarlijks zal de mangrovengroei moeten worden gesnoeid om overwoekering van zo'n pad te voorkomen. Een lang pad kan worden aangelegd door de mangroven van Boca Djukfes (in combinatie met een boog/hangbrug over de opening van de inham). De aanleg van een tracé bestaande uit een steiger met brug over de Kreek di Pedro, gevolgd door een wandelpad over Isla di Pedro naar Punta Rancho wordt afgeraden. Zo'n pad zal het uitzwermen van personen over Isla Rancho tot gevolg hebben en is daarmee in strijd met het voornemen om het noordwestelijke gebied tot rustgebied voor vogels te bestemmen. Tenslotte kan ook bij Cai gedacht worden aan een wandelpad (zie onder: "voorlichting").

Ook hier verdient het aanbeveling om voor een locatie te kiezen in de nabijheid van een te bouwen bezoekerscentrum. De voorlichtingsfunctie van zo'n centrum kan worden geïntegreerd in een "nature trail" door het aanbrengen van verklarende panelen langs de route.

Een goede locatie voor een uitzichttoren tot net boven het niveau van de mangroven is Punta Kalbas.

Vogeltoerisme. Voor het waarnemen van vogels kunnen observatieschermen (panelen met kijk sleuven) worden geplaatst. Hiermee is het mogelijk om vogels ongestoord van nabij te observeren. "Bird watching olympics" zouden alleen in een meer natuurvriendelijke vorm kunnen worden toegestaan bijvoorbeeld in de vorm van fotografie waaruit direct blijkt in hoeverre verstoring optreedt. In toeristenfolders en dergelijke kan in ieder geval de aanbeveling worden opgenomen om het observeren van vogels zoveel mogelijk vanuit de auto te doen.

Voorlichting. Voor de bouwen inrichting van een bezoekerscentrum komen in eerste instantie de schiereilanden Sorobon en Cai in aanmerking. Sorobon is momenteel het beste bereikbaar en een van de paviljoens zou er misschien voor kunnen worden omgebouwd. Een bouwkundig onderzoek zal dit moeten uitwijzen. Cai heeft het voordeel dat er historisch interessante schelphopen aanwezig zijn. Verder ligt het dicht bij het Puitu en zijn er voor een glass-

bottomboat betere mogelijkheden om een variatie aan onderwaterbodems te laten zien. Een nadeel van de buitenste strandhaak van Cai is het wekelijkse feest op zondag, waarvan het karakter strijdig is met natuurtoerisme. Een alternatief zou kunnen zijn de bouw van een bezoekerscentrum in de noordwesthoek van de binnenste strandhaak van Cai. Van hieruit kan door een beperkte kap van mangroven een open zicht over het Pariba di Cai en het Lac ontstaan. "Nature trails" over bruggen en steigers door de mangroven kunnen toegang verschaffen tot zowel de noordpunt van Cai (buitenstrandhaak) als het Puitu.

Een bezoekerscentrum kan bestaan uit een ontvangstruimte met informatiebalie en een tentoonstelling met foto's van het gebied en zijn bewoners. Ook kan aandacht worden besteed aan het historische gebruik van het gebied door de mens (Karkóberg, mandjes, looistoffen, houtskool e.d.) en aan een gedragscode voor bezoekers. Een andere ruimte kan worden gereserveerd voor dia- of videopresentaties. Het dak of een uitkijktoren kan worden ingericht t.b.v een panoramisch uitzicht over het Lac.

Schriftelijke informatie kan worden gegeven door het samenstellen van een kaart, een vouwblad en boekje in de trant van de "Excursion guide to the Washington-Slagbaai National Park Bonaire" (aandacht voor mangroven, het onderwatermilieu, de belangrijkste vogelsoorten, zowel Engelse als Papiamentu uitgave).

Afvalprobleem. Om natuurtoerisme te bevorderen dient het gebied zoveel mogelijk een onaangetaste indruk te maken. In dit beeld past het opruimen van Sorobon ruïne, autowrakken en ander afval. Bij voorkeur zouden geen plastic cups en andere weggoomaterialen gebruikt moeten worden rond het gebied. Een mogelijkheid om het achterlaten van plastic flessen tegen te gaan is het invoeren van een statiegeldregeling. Ook al zou schoonmaken en hervullen van flessen op Bonaire niet kunnen plaatsvinden, dan nog biedt zo'n regeling de mogelijkheid tot beheersing en concentratie van het afvalprobleem. Eventueel kunnen vuilcontainers worden geplaatst bij Cai en Sorobon maar deze zullen wel wekelijks moeten worden geleegd. Een alternatief zou kunnen zijn een permanente campagne onder het motto "you can take what you bring!"

11.7. Watersport

Een betere afscherming van de oostkant van het Secu di Sorobon, bijvoorbeeld door een boeienlijn, is vereist omdat deze ondiepte zeer kwetsbaar is voor betreding door windsurfers.

Het plaatsen van moorings voor jachten moet alleen worden overwogen als er geen alternatieve ligplaatsen op Bonaire voorhanden zijn. Het grote aantal jachten op de rede van Kralendijk wordt veroorzaakt door de hoge havengelden en kan dus geen motief zijn om het Lac als een uitwijkplaats voor jachten te beschouwen. Om ankerschade tegen te gaan kan eventueel worden overwogen toch twee moorings te plaatsen (een bij Cai en een bij Sorobon) ten behoeve van jachten die door overmacht worden gedwongen het gebied binnen te varen.

Indien toch wordt besloten om het Lac open te stellen voor jachten dan biedt alleen het centrale deel van de kom van het Lac daarvoor de mogelijkheden. Dit deel zal moeten worden

gemarkeerd door middel van bakens of boeien, waarbij gestreeft dient te worden naar een integratie met een eventueel aan te brengen bebakening voor vissersschepen (zie ook sectie 11.5). Aan te leggen moorings of steigers dienen zodanig te worden geconstrueerd dat gebruik gemaakt kan worden van te creëren ontvangstinstallaties voor olie en sanitair afval.

11.8.

Behoud en ontwikkeling onderwaterleven

Het Lac is voor wat betreft het voorkomen van zeegras-, *Halimeda*-, mangroven en een aantal andere milieus de enige plaats van betekenis op Bonaire. Er zal zorgvuldig mee moeten worden omgesprongen, mede vanwege het mogelijke belang voor een goede visstand elders rond het eiland zoals op de koraalriffen. Soorten als Karkó en *Oreaster* dienen beter beschermd te worden zodat meer natuurlijke populatiedichtheden ontstaan.

Een nader onderzoek dient ook te worden uitgevoerd om te komen tot een uitspraak betreffende de aanwezigheid van *Codakia* in het Puitu.

Goede schuilplaatsen lijken de beperkende factor voor langoesten en diverse vissen. Voor een natuurlijke ontwikkeling van het Lac verdient het dan ook de voorkeur lege schelpen van de Karkó in het Lac achter te laten in plaats van ze op bergen op de kant op te stapelen. Het is misschien mogelijk om te komen tot "natuurontwikkeling" door het selectief plaatsen van hard substraat onder water. Gedacht kan worden aan het gebruik van betoncomponenten uit de Sorobon ruïne ter grootte van 30 à 50 cm waarbij een kunstmatig rif ontstaat. Het effect hiervan dient echter wel te worden onderzocht door middel van een proefproject en Milieu Effect Rapportage.

11.9.

Afsterven mangroven

Bij het afsterven mangroven speelt de kwaliteit van het water, met name het hoge zoutgehalte van de Awa Lodo's, waarschijnlijk een belangrijke rol. Dit is vooral het gevolg van het dichttraken van aan/afvoerkreken waardoor de verversing met zeewater wordt belemmerd. Alle bestaande kanalen zijn klein in verhouding tot de komberging van het achterliggende gebied.

Gezien de mate waarin de Kreek di Pedro is dichtgegroeid en de nu nog goede staat waarin het achterliggende gebied verkeert is het zeer urgent dat afgevallen takken en omgevallen bomen bij de twee kreekmondingen worden verwijderd. Het effect van deze verwijdering dient te worden aangetoond door middel van getijmetingen. Afhankelijk van de uitkomst van deze metingen kan in tweede instantie worden gekozen voor het verder open kappen van de dichtst begroeide delen en het op kleine schaal uitbaggeren van de mondingen.

De oude kreekresten achter Boca Fogon en ten noorden van Isla Rancho vormen nu nog centra met relatief sterke mangrovebegroeiing (foto 9). Het ligt voor de hand dat deze gebieden zich als zodanig zullen handhaven als de oude verbindingen met het Lac weer worden geopend. Voorgesteld wordt om in eerste instantie te trachten de kreek in Boca Fogon weer te openen door het uithakken van een twee meter breed kanaal/tunnel. De wateruitwisseling die

daarmee ontstaat zal waarschijnlijk ook de anaerobe situatie achterin Boca Fogon teniet doen. Na monitoring van effecten kan eventueel besloten worden de opening te vergroten en een dergelijke maatregel te nemen bij de kreek tussen Isla Rancho en Isla Fogon.

De saliniteit in de Awa Lodo's kan omlaag worden gebracht door verbetering van de wateruitwisseling. Hiervoor zijn diverse mogelijkheden. Een hydrografische studie zou moeten kunnen uitwijzen of de grootte van de Kreek di Coca dan wel een drempel ter hoogte van Awa di Coco beperkend zijn voor een goede uitwisseling. Beperkte kap van mangroven en in tweede instantie uitgraven vormen dan een oplossing. Ook kan worden gedacht aan een vergroting van de komberging door uitbaggeren van geërodeerd materiaal in intergetijde afzettingen. Het meest in aanmerking komt de tera cora delta in Awa Lodo di San José. Weghalen van bodemmateriaal onder het laagwaterniveau zal niet leiden tot een grotere wateruitwisseling maar kan wel het hardsubstraatoppervlak vergroten. Dit laatste zal ten goede komen aan de helderheid van het water en de groei van bodemalgen zoals *Bathophora*. Waterplanten zoals *Ruppia* doen het in helder water ook beter, maar hebben wel een zachtsubstraat bodem nodig om zich te vestigen. Ook voor foeragerende vogels is een zachtsubstraatbodem te prefereren. Baggeren is dus een nogal ingrijpende maatregel die goed doordacht moet worden uitgevoerd (hydrografische studie). De aandacht moet daarbij ook uitgaan naar het voorkómen van een erosiepluim richting de kom van het Lac. Het zoutgehalte kan ook omlaag worden gebracht door onttrekking van het zoutste water door Akzo Salt Antilles. Dit laatste dient zodanig te gebeuren dat het verloop van pijpleidingen in het landschap wordt ingepast. De wateruitwisseling wordt voorts bevorderd door het slopen van strekdammetjes bij Punta Wanapa en Awa Lodo di Bakuna (ten noorden van Boca di Coca).

Het slopen van dam in Rooi Grandi is in principe mogelijk (zij ligt niet op privé terrein maar op eilandgebied), maar wordt afgeraden. De incidentele aanvoer van zoetwater naar het Lac neemt daardoor toe maar dat weegt niet op tegen de grotere depositie van geërodeerd materiaal.

Tijdens en na het nemen van maatregelen ter verlaging van het zoutgehalte in de Awa Lodo's zal het bestand aan *Ruppia* (voedsel voor Flamingo) gemonitord moeten worden.

Gezien de kwetsbaarheid van mangroven voor olieverontreiniging dient overwogen te worden een oliescherm bij de hand te hebben. Door de grote golfhoogte buiten het Lac is het niet doenlijk olie op te vangen voordat dit het Lac in stroomt. Schermen van een bescheiden afmeting zouden kunnen worden ingezet op plaatsen waar de mangroven dreigen te worden aangetast door de grootste olieconcentraties.

11.10.

Hydrologische maatregelen

Winning van zout water door Akzo kan alleen worden toestaan boven een bepaalde waterstand. Bij te sterke wateronttrekking en lage waterstand kunnen ondiepten ontstaan met een te hoge watertemperatuur en zoutgehalte waarbij vissterfte optreedt. Een remedie zou kunnen zijn een verhoging van de intake dan wel het plaatsen van een sensor met kwikschakelaar of

vlotter, zodat niet gepompt wordt als het niveau beneden een kritische waarde daalt. Onderzocht dient te worden of de capaciteit van de Kreek di Coco voldoende is bij onttrekking van water uit het Awa Lodo di San José.

Om getijbewegingen te kunnen volgen wordt aanbevolen een of meerdere vaste peilschalen in het gebied aan te brengen. Het zou optimaal zijn als ook een zelfregistrerende getijmeter wordt geplaatst.

De oriëntatie van de reststroom buiten het Lac moet worden gemeten (sectie 6.2.4.).

De winning van zoet grondwater dient alleen te worden toegestaan als kan worden aangetoond dat de grondwaterspiegel daarbij niet daalt. Het slaan van nieuwe putten bij de bouw van woningen moet dan ook ten sterkste worden afgeraden. Het onttrekken van zoet grondwater kan namelijk leiden tot het afsterven van mangroven.

Voor een aantal hydrologische maatregelen in verband met het behoud van mangrovenbestanden wordt verwezen naar de vorige sectie.

Uit bovenstaande aanbevelingen (in deze en vorige secties) volgt dat het wenselijk is dat een geïntegreerd hydrografisch / hydrologische onderzoek van het gebied wordt uitgevoerd. Speciale aandacht moet daarbij worden gegeven aan het optreden van grondwaterstromen in verband met mogelijk transport van zoet water en sanitaire afvoerstromen richting het Lac.

11.11.

Zandwinning

Daar er geen aanwijzingen zijn dat het A wa Blanku ondieper zou worden is het onduidelijk of in dit gebied zand kan worden gewonnen zonder de huidige ecologische status aan te tasten. Winning in de kom van het Lac moet zondermeer worden uitgesloten vanwege aantasting van het bodemleven. Aan plannen tot zandwinning dient in ieder geval een studie naar de bruikbaarheid van het betreffende sediment en plaatselijke milieu-effecten vooraf te gaan. Wa genaar Hummelinck en Roos (1969: p.4) noemen de kwaliteit van het zand niet best vanwege menging met lagunemodder, mangroveveen of resten van kalkalgen zoals *Halimeda* en *Udotea*.

11.12.

Visserij

De enige geschikte locatie voor een vissershaven in het Lac lijkt de westkust van Sorobon te zijn. Het bezwaar van deze locatie is echter de geringe doorstroming en daarmee het gevaar voor accumulatie van vervuilende stoffen. Alvorens over te gaan tot de aanleg van een haven ter plekke dient beargumenteerd te worden waarom de inham van Lagun ten noorden van het Lac geen goed alternatief zou vormen.

Mocht Lagun als zodanig afvallen dan wordt aanbevolen een vissershaven te bouwen zoals beschreven in sectie 8.7. Voor onderhoud zoals schilderwerk wordt verwezen naar Kralendijk. Een aan te leggen helling zou dan ook alleen mogen worden gebruikt in verband

met transport over land. Een pier zou in ieder geval op enige meters van de kust moeten liggen zodat er geen rommel onder blijft steken tegen de oever aan.

Restanten van netten en kanasters moeten zoveel mogelijk worden verwijderd. Voor beroepsvisserij in het Lac, dienen vergunningen te worden uitgegeven. Nu is een dergelijke vergunning al verplicht voor Karkó, maar door ze van toepassing te verklaren op alle diersoorten is het eenvoudiger om de activiteit van vissers te registreren.

11.13.

Maricultuur

Hoewel Maricultura probeert te vermijden dat vreemde organismen uit de kwekerij ontsnappen bestaat hiervoor onder de huidige omstandigheden geen garantie. De kwaliteit van dammen bedoeld om afvalwater af te schermen van het Lac is voor verbetering vatbaar. Onderzoek en kweek dient zoveel mogelijk gericht te zijn op het gebruik van locale soorten. Bij het experimenteren met exoten dient zoveel mogelijk gewerkt te worden met kleinschalige en gesloten systemen. Door middel van jaarverslagen en planningsrapporten dient de beheerscommissie van het Lac inzicht verschaft te worden welke soorten onder welke omstandigheden worden gehouden.

De voordelen van maricultuur zijn voor Bonaire echter dermate evident dat het uitbouwen van deze activiteiten niet op bezwaar kan stuiten zolang dit gebeurt op een voor het Lac en omgeving ecologisch verantwoorde manier. Maricultuur veronderstelt de aanwezigheid van know-how op marien biologisch gebied. Deze kan worden aangewend ten behoeve van het Lac zoals dat in het verleden is gebeurd d.m.v. het Karkóproject. De ontwikkeling van kennis op het gebied van intensieve kweek van garnalen betekent dat het oppervlak aan mangrove- en andere kustecosystemen dat verdwijnt ten behoeve van maricultuur beperkt kan blijven (Hatcher *et al.* 1989). De functie van Maricultura ten behoeve van natuurbehoud stijgt daarmee uit boven het belang van het Lac alleen.

11.14.

Begrazing

Voor een natuurlijke ontwikkeling van kustvegetaties is het noodzakelijk dat de begrazing door geiten vermindert, liefst gestopt wordt. Wel dient een eventueel gewenst effect van geitenvraat op het openhouden van mangrovekustwateren te worden te worden beoordeeld.

11.15.

Archaeologie

Aanbevolen wordt bij het beheer van het Lac aandacht te besteden aan het behoud van archaeologische vindplaatsen.

11.16. Insektenbestrijding

Het verwijderen van restanten van boten, autobanden, cups en flessen waarin regenwater blijft staan kan een bijdrage leveren aan muskietenbestrijding. Indien ernstige muskietenoverlast optreedt zal moeten worden geschat vanuit welke plekken deze muggen tevoorschijn komen. In overleg met de beheersinstantie van het Lac zou overwogen kunnen worden om op kleine schaal kanaaltjes open te houden zodat insectenetende vissen deze plekken kunnen bereiken.

Het gebruik van insecticiden is verboden en dient verboden te blijven. Mochten er toch redenen bestaan om met chemische bestrijding door te gaan dan gelden de volgende aanbevelingen. Registratie van het aantal bestrijdingscampagnes in de onmiddellijke omgeving van het Lac met aangeven van de plaats, de manier van bestrijding, alsmede het type en de gebruikte hoeveelheid insecticide. Tevens moet worden aangegeven de aanleiding van de bestrijding, zodat kan worden onderzocht wat voor alternatieven kunnen worden ontwikkeld om de overlast veroorzaakt door de mangrovemug tegen te gaan. In coördinatie met de Hygiënische dienst zal het effect van de bestrijdingsacties onderzocht moeten worden. Gedacht kan worden aan een census van muskieten en andere organismen voor en na bestrijding. Daarnaast is het wenselijk dat beneden de wind ten opzichte van doseringspunten monsters van zowel de bodem als van levende organismen zoals vissen worden genomen. Dit om door middel van analyses te onderzoeken of het "droge" gebruik van het rookapparaat leidt tot een ophoping van de gebruikte bestrijdingsmiddelen.

11.17. Beheer

Evenals het onderwaterpark dient het bovenwatergedeelte van het Lac te worden overgedragen aan een instantie voor ecologisch beheer. Momenteel komt daarvoor het meest in aanmerking de Stichting Natuurparken (Stinapa) Bonaire. Het beheer moet vallen onder een begeleidingscommissie waarin o.a. de overheid vertegenwoordigd is. Hierdoor kan een goede coördinatie en informatieuitwisseling plaatsvinden. Een probleem op Bonaire zou het beperkte aantal deskundigen op ecologisch terrein kunnen vormen. Daardoor bestaat het gevaar dat beslissingen door een te gering draagvlak worden genomen. Een ander probleem wordt gevormd doordat in een kleine gemeenschap vaak belangenverstrengelingen bestaan, waardoor conflictsituaties kunnen optreden bij het nemen van beheermaatregelen. Geadviseerd wordt dan ook externe deskundigheid in de begeleidingscommissie op te nemen.

Een taak voor de beheersinstantie kan zijn het houden van toezicht op een ecologisch verantwoorde ontwikkeling, gebruik en onderhoud van het gebied. Hierbij kunnen privéinitiatieven mogelijk blijven, maar wordt voorkomen dat deze leiden tot ongewenste situaties.

Voor het exploiteren van delen van het gebied door derden zal daarvoor aan de beheersinstantie worden betaald. De verkregen middelen kunnen worden aangewend voor onderhoud en schoonhouden van het gebied. Het gebruik door toeristen kan door toeristenbelasting worden vergoed.

Speciale aandacht verdient de controle op en het beboeten van wetsovertredingen.

Van groot belang is het vaststellen van de grenzen van het bovenwatergedeelte van Lac, waarover beheermaatregelen kunnen worden afgekondigd. Gedacht kan worden aan een zone waarvan de buitenrand wordt gevormd door de huidige wegen rond het gebied. Waar geen wegen zijn kan 50 m rondom de hoogwaterlijn worden aangehouden.

Als hulpmiddel bij beheermaatregelen dient een basiskaart van het gebied gemaakt te worden op een schaal 1:5000. Dit is voldoende groot om de habitattypen en belangrijke veranderingen daarin aan te geven.

11.18.

Wetgeving

De bekrachtiging van de Ramsarconventie betekent dat aanbevelingen voor beheer kunnen worden verkregen van een Conferentie, doordat vormen van menselijk ingrijpen dienen te worden aangemeld.

De verordening van het Bonaire Marine Park biedt goede uitgangspunten voor het behoud van onderwatergedeelte van het Lac als ecosysteem. Echter in een aantal gevallen is duidelijk dat de verordening niet wordt nagevolgd. Karko's worden gevangen zonder vergunning, er liggen jachten langer dan 12 voet en alhoewel de hygiënische dienst zich strikt genomen niet binnen het onderwaterpark begeeft belanden pesticiden toch binnen het gebied. Voor de kap van mangroven dienen uitzonderingen te worden gemaakt ten behoeve van beheermaatregelen (bijvoorbeeld het openhouden van krekens) en lichte kap ten behoeve van toeristische ontwikkeling onder supervisie van de beheerinstantie. De Grijsze mangel (*Conocarpus erecta*) moet als soort worden genoemd omdat hierbij twijfel zou kunnen bestaan of het een mangrovesoort betreft.

Vooraf voor het bovenwatergedeelte ontbreekt een goede wetgeving. De aanbevelingen in het Structure Plan (1990) kunnen hiervoor een goede basis vormen. Voor zover van toepassing kunnen de hier gedane aanbevelingen in te ontwerpen wetten worden opgenomen. Een betreffend wetsontwerp dient vervolgens te worden aangenomen.

plots. Deze opname wordt jaarlijks herhaald. Bladval wordt verzameld in netten, aanvankelijk maandelijks later twee keer per jaar.

Voor details t.a.v. de methodieken wordt verwezen naar de CARICOMP handleiding.

12.3. **luchtfotografie**

Het is moeilijk een goede beschrijving te geven van de status van mangroven, *Halimedabanken* en zeegrasvelden. Op zeer kleine schaal treden vaak grote veranderingen op in dichtheid, soortsaamenstelling of conditie zonder direct aanwijsbare redenen. De indruk bestaat dat de mate van patchyness in tijd en ruimte zo groot is dat dit bij monitoring kwadraten vereist waarvan de afmetingen al gauw groter worden dan de zone waarvoor ze representatief zijn. Het is dan ook niet zinvol om de toestand van het gebied uitsluitend te monitoren aan de hand van permanente kwadraten. Weliswaar kan met permanente kwadraten op een goede manier de successie van bijv. zeegras via *Halimedabank* naar mangroven worden geregistreerd, maar belangrijker is of de betreffende milieus in dezelfde staat in het gebied aanwezig blijven. Dit kan vastgesteld worden als waarnemingen zodanig worden gedaan dat rekening wordt gehouden met het verschuiven van milieus. Luchtfotografie is hiervoor bijzonder geschikt. Voor metingen in detail zal land- en wateronderzoek moeten worden verricht.

Aanbevolen wordt om jaarlijks luchtopnamen te (laten) maken, liefst in hetzelfde jaargetijde. Caricomb beschikt overigens over fondsen om deze opnamen te maken.

Aanwijzingen m.b.t. luchtfotografie. Teneinde het optreden van een "hot spot" (zonreflectie) te voorkomen kan het beste worden gevlogen tussen 8 en 10 uur 's morgens of 's middags tussen 14 en 16 uur. Hoewel de kans op bewolking 's morgens het grootst is waait het 's middags meestal harder zodat er meer zoutspray in de lucht is. Vooral de regentijd is goed voor luchtfotografie want er is dan weinig stof in de lucht. In februari is de wolkenbedekking op zijn laagst (Klimaatoverzicht Meteorologische Dienst Nederlandse Antillen en Aruba).

Voor technische details t.a.v. false color fotografie zie sectie 5.3.1.2. De ontwikkeling van Kodak Ektachrome Infrarood vormt een probleem, aangezien dit volgens het E4 procédé moet geschieden. E4 ontwikkel sets worden niet meer geleverd en alleen op speciale adressen kan nog ontwikkeling plaatsvinden. Hierdoor duurt het minimaal 11/2 maand voordat de resultaten beschikbaar zijn.

12.4. **Fysisch chemische metingen.**

Een vaste peilschaal dient in het Lac te worden aangebracht op een beschutte positie, maar wel zodanig dat deze positie niet snel door mangroven zal worden overwoekerd. Door het volgen van het getij met een zelfregistrerende meter kan worden aangegeven wanneer de laagste waterstanden kunnen worden verwacht. Tevens dienen registraties om onderzoek aan de wateruitwisseling van krekken mogelijk te maken en de interpretatie van gegevens te verge-

12. MONITORING

12.1. Algemeen

Dit rapport verschaft de gegevens over de ecologische toestand van het Lac anno 1992. Om na te gaan in hoeverre veranderingen in deze toestand optreden, zowel door natuurlijke als onnatuurlijke oorzaken, zal de ecologische status geregeld moeten worden gecontroleerd. Aanbevolen wordt om daarbij zoveel mogelijk aansluiting te zoeken bij de "level 1 ecosystem monitoring methods manual" van CARICOMP (Caricomp 1991). Hierin staan richtlijnen voor het doen van fysische en biologische metingen op koraalriffen, in zeegrasvelden en mangroven. Zo'n 15 laboratoria uit 11 verschillende landen in het Caraïbisch gebied - op de Nederlandse Antillen de stichting Carmabi op Curaçao en het Saba Marine Park - hebben een "Memorandum of Understanding" getekend waardoor ze zich hebben verplicht om langdurig waarnemingen te verrichten in het kader van het CARICOMP programma.

Het Lac voldoet bijzonder goed aan de voorwaarden voor een Caricomp site, daar er mogelijkheden zijn voor transecten door de drie verschillende ecosystemen die worden gedomineerd door mangroven, zeegrassen en koralen (de laatste eventueel ook aan de westkant van Bonaire). Het selecteren van een CARICOMP site betekent dat contacten worden onderhouden met andere instanties die aan dezelfde materie werken. Bij logistische problemen en de interpretatie van resultaten kan dat van groot nut zijn.

CARICOMP metingen (sectie 12.2.) kunnen worden uitgebreid met monitoringsactiviteiten op het gebied van luchtfotografie (sectie 12.3.), fysisch / chemische bepalingen (sectie 12.4.), menselijk gebruik (sectie 12.5.) en overige biologische monitoring (sectie 12.6.).

12.2.

CARICOMP metingen

Voorgeschreven wordt om op een drietal schalen (max. 1 :5000) kaarten te vervaardigen.

Dagelijkse metingen van luchttemperatuur en regenval kunnen bij de meteorologische stations op Bonaire worden verkregen. Watertemperatuur, saliniteit en Secchiwaarden dienen wekelijks te worden gemeten.

Voor waarnemingen aan zeegrasvelden wordt aanbevolen een station met maximale groei en een station representatief voor het hele gebied te selecteren. Biomassa monsters worden genomen met een steekbuis en gesorteerd in zeegrassen, vlezige macroalgen en *Caulerpa-achtigen*. De zeegrassen worden gescheiden in scheuten, rhizomen en andere onderdelen. Van alle groepen en onderdelen wordt na decalcificatie het drooggewicht bepaald. Tweemaal per jaar wordt in een zestal kwadraten per station gedurende een periode van 1 à 2 weken de groei van *Thalassia* gemeten.

Mangroven dienen te worden geteld in kwadraten van 10 x 10 m langs een transect en stamdiameters en hoogtes gemeten. Zaailingen en jonge bomen worden geregistreerd in 1 m²

makkelijken. Zelfregistrerende getijmeters en de bijbehorende know how zijn aanwezig bij Akzo Salt Antilles. Voorstelbaar is een regeling waarbij dit bedrijf in de plaatsing en onderhoud van dergelijke meter(s) voorziet als tegenprestatie voor het gebruik van zout water. Details t.a.v. uit te voeren getijmetingen kunnen blijken uit een nog uit te voeren hydrografisch / hydrologisch onderzoek (sectiel 1.1.0).

Vóór, tijdens en na het nemen van maatregelen om mangrovekreeken te vergroten dienen getij en stroming te worden gemeten. Om te kunnen aangeven wanneer kap van mangroven herhaald dient te worden dienen metingen van getij en stroom in de diverse kreeken tweejaarlijks te worden uitgevoerd tijdens een periode met maximale getij amplitude.

Jaarlijks dienen diepteraai 5 en 12 (Fig. 6) gelood te worden.

Het zoutgehalte in het afvoertraject van Marcultura naar Akzo Salt Antilles dient tweemaandelijks te worden gemeten. Vervolgens dient met deze gegevens een schatting gemaakt te worden of er op een andere manier dan verdamping water verloren gaat.

12.5. Menselijk gebruik.

Tellingen van bezoekers van het Lac tijdens speciale evenementen en registratie van het gebruik van windsurfplanken geven een indruk van het gebruik van het gebied door de mens.

Overwogen dient te worden het opzetten van een monitoringsprogramma waarbij vissers in ruil voor een vergunning hun vangst en visfrequentie registreren.

12.6. Biologische monitoring

Een maal per jaar:

Inventarisatie van duidelijk zichtbare soorten: Karkó, Cassis en *Oreaster*. Het uitgraafgedrag van *Meoma ventricosa* kan duiden op een laag O₂ gehalte. Indien nog levend aanwezig ook van *Codakia* in het Puitu.

Ontwikkeling in de wierenvegetaties wat betreft meer bijzondere soorten: totale soortenrijkdom Secu di Sorobon en Binnenklip, presentie *Ernodesmis verticillata* en *Codium repens* bij Punta Rancho, presentie *Caulerpa* spp. bij ingang Boca Jewfish. Een toename van de bedekking van *Avrainvillea* in de Kreek di Pedro, Boca Djukfes, in de Boca's en mogelijk andere wateren kan duiden op het dichtgroeien van het betreffende water en verstikking van het achterliggende gebied.

Inventarisatie van *Ruppia* in de ondiepe zoute gedeelten, in verband met eventuele beheermaatregelen m.b.t. de waterhuishouding. *Ruppia* geeft waarschijnlijk reacties te zien.

Het maken van panoramafoto's vanaf Cai en Sorobon (sectie 5.6.1.).

makkelijken. Zelfregistrerende getijmeters en de bijbehorende know how zijn aanwezig bij Akzo Salt Antilles. Voorstelbaar is een regeling waarbij dit bedrijf in de plaatsing en onderhoud van dergelijke meter(s) voorziet als tegenprestatie voor het gebruik van zout water. Details t.a.v. uit te voeren getijmetingen kunnen blijken uit een nog uit te voeren hydrografisch / hydrologisch onderzoek (sectiel 1.1.0).

Vóór, tijdens en na het nemen van maatregelen om mangrovekreeken te vergroten dienen getij en stroming te worden gemeten. Om te kunnen aangeven wanneer kap van mangroven herhaald dient te worden dienen metingen van getij en stroom in de diverse kreeken tweejaarlijks te worden uitgevoerd tijdens een periode met maximale getij amplitude.

Jaarlijks dienen diepteraai 5 en 12 (Fig. 6) gelood te worden.

Het zoutgehalte in het afvoertraject van Marcultura naar Akzo Salt Antilles dient tweemaandelijks te worden gemeten. Vervolgens dient met deze gegevens een schatting gemaakt te worden of er op een andere manier dan verdamping water verloren gaat.

12.5. Menselijk gebruik.

Tellingen van bezoekers van het Lac tijdens speciale evenementen en registratie van het gebruik van windsurfplanken geven een indruk van het gebruik van het gebied door de mens.

Overwogen dient te worden het opzetten van een monitoringsprogramma waarbij vissers in ruil voor een vergunning hun vangst en visfrequentie registreren.

12.6. Biologische monitoring

Een maal per jaar:

Inventarisatie van duidelijk zichtbare soorten: Karkó, Cassis en *Oreaster*. Het uitgraafgedrag van *Meoma ventricosa* kan duiden op een laag O₂ gehalte. Indien nog levend aanwezig ook van *Codakia* in het Puitu.

Ontwikkeling in de wierenvegetaties wat betreft meer bijzondere soorten: totale soortenrijkdom Secu di Sorobon en Binnenklip, presentie *Ernodesmis verticillata* en *Codium repens* bij Punta Rancho, presentie *Caulerpa* spp. bij ingang Boca Jewfish. Een toename van de bedekking van *Avrainvillea* in de Kreek di Pedro, Boca Djukfes, in de Boca's en mogelijk andere wateren kan duiden op het dichtgroeien van het betreffende water en verstikking van het achterliggende gebied.

Inventarisatie van *Ruppia* in de ondiepe zoute gedeelten, in verband met eventuele beheermaatregelen m.b.t. de waterhuishouding. *Ruppia* geeft waarschijnlijk reacties te zien.

Het maken van panoramafoto's vanaf Cai en Sorobon (sectie 5.6.1.).

Continu:

Indien een vaste beheerder voor het Lac wordt aangesteld dan bestaan mogelijkheden om bijvoorbeeld op weekbasis bijzonderheden te registreren. Daaronder kan vallen inventarisatie van avifauna met registratie van de locaties. Vooral bij veranderingen in de waterhuishouding en het zoutgehalte in de Awa's kunnen zich ontwikkelingen in de vogelstand voordoen.

Tijdens perioden van extreem laagwater dient dagelijks gecontroleerd te worden of vissterfte in de ondiepste gedeelten optreedt.

Voor monitoring van het gebruik van insectenbestrijdingsmiddelen en eventuele neveneffecten op organismen in en nabij de mangroven zie sectie 11.16.

De verzamelde data dienen in een jaarrapport te worden verzameld en ter beoordeling van de begeleidingscommissie te worden voorgelegd.

Eenmaal per vijf jaar zou een studie als de onderhavige herhaald dienen te worden. De in de tussentijd door middel van monitoring verzamelde data kunnen daarbij worden geïntegreerd en de balans met betrekking tot de natuurlijke staat van het gebied kan worden opgemaakt.

13. LITERATUUR

- Anonymus 1971. Ramsarconventie. Overeenkomst inzake watergebieden van Internationale betekenis, in het bijzonder als verblijfplaats voor watervogels. Ramsar, Iran, 2 feb. 1971. Tractatenblad 1975 nr. 84
- Anonymus 1990. Structure Plan Bonaire.
- Anonymus 1991. Five billion shrimp cocktails to go! Western Hemisphere. World Shrimp Farming nov. 1991, pl-9 & 20-27
- Arnoldo Broeders, Fr. M. 1964. Wat in het wild groeit op op Curaçao, Aruba en Bonaire. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage
- Arnoldo Broeders, Fr. M. 1967. Handleiding tot het gebruik van inheemse en ingevoerde planten op Aruba, Bonaire en Curaçao. Boekhandel "Sint Augustinus" - Curaçao, N.A.
- Bot, K.G. & J.T. Wellington 1984. Soil characteristics and nutrient status in a northern Australia mangrove forest. *Estuaries* 7, 61-69
- Bond, James 1971. Birds of the West - Indies. Collins, London
- Cairns, S.D. 1982. Stony corals (Cnidaria: Hydrozoa, Scleractinia) of Carrie Bow Cay, Belize. pp. 271-302 in Rützler, K. en I.G. Macintyre (eds): The Atlantic Barrier Reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize 1: Structure and communities. Smithsonian Contr. Mar. Sci. 12.
- Campbell, D.G. 1978. The ephemeral islands, a natural history of the Bahamas. Macmillan, London
- Caribbean Consulting Engineers 1990. Toeristische ontwikkeling Lac gebied Bonaire. Voorlopig project dossier faciliteiten voor lokale beroepsvisserij onderdeel van studieplan
- Caricomp 1991. Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean. Level 1. (Working draft, Florida Inst. of Oceanography, St. Petersburg FL, USA
- Chapman, V.J. 1975. Mangrove vegetation, Cramer, Lehre 425 pp
- Cintron, G. & Y. Schaeffer-Novelli 1983. Mangrove forests: Ecology and response to natural and man induced stressors. pp. 87-113 in: Ogden, J.C. en E.H. Gladfelter (eds). Coral reefs, seagrass beds and mangroves: Their interaction in the coastal zones of the Caribbean. Unesco Rep. in Mar. Sci. 23
- Creswell, L. & M. Davis 1991. Queen conch, the well-bred queen of the Caribbean. *World aquaculture* 22 (1) 28-40
- De Jong, K.M. & I. Kristensen 1965. Gegevens over mariene gastropoden van Curaçao. *Corresp. blad Ned. Malac. Ver. Suppl.* 1965.

- De Jong, K.M. & I. Kristensen 1968. Gegevens over de mollusken van Curaçao uitgezonderd de mariene gastropoden. Corresp. blad Ned. Malac. Ver. Suppl. 1968
- De Haan & Zaneveld 1959. Tides at Curaçao. Bull. Mar. Sci. Gulf and Car. 9, p.233
- Evans, C; J. Maragos & P. Holthus 1986. Reef corals in Kaneohe Bay. Six years before and after termination of sewage discharges (Oahu, Hawaiian Archipelago). pp. 76-90 in: Jokiel, P.L., R.H. Richmond en R.A. Rogers (eds). Coral reef population biology. Hawaii Inst. of Mar. Biol. Tchn. Rep. No. 37
- Fisher, W. 1978. F.A.o. species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic. F.A.o. Roma
- Franssen, C.H.J.M. 1986. Caribbean Bryozoa: Anasca and Ascophora imperfecta of the inner bays of Curaçao and Bonaire. Stud. Fauna Curaçao Car. Isl. 68, 1-119
- Goodbody, I. 1984. Ascidian fauna of Piscadera Baai and Lac (Netherlands Antilles). Stud. Fauna Curaçao Car. Isl. 62 (202)
- Gorissen, M.W. & G.J. Meijer 1981. Het belang van de zeegrasvelden en de mangrovebossen in de lagune Lac voor de vissen in Lac en voor de vissen op het rond Bonaire gelegen koraalrif. Doctoraalverslag K'U, Nijmegen, Lab. Aquat. Oec. No. 157
- Grontmij - Sogreah. Soil map of Bonaire and Klein Bonaire. Found. Sci. Res. in Surinam and the Neth. Antilles, Utrecht, no 53, App. BII. De Bilt, Grenoble
- Hamilton, L.S. & S.C. Snedaker (eds) 1984. Handbook for Mangrove area management (Univers. of Hawaii, Honolulu 123pp, Div. of Mar. Sci. Unesco Paris East-west Centre, IUCN, UNESCO, UNEP)
- Hatcher, B.G., R.E. Johannes & A.I. Robertson, 1989. Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 27, 337-414
- Haviser 1992? The first Bonaireans. Archaeol-Antropol. Inst. Curaçao, Ned. Ant.
- Hensen R.R. & M.F.I. Grashof 1991. Fundashon Marcultura, an innovative aquaculture research foundation is established to provide aquaculture protein for Aruba, Bonaire and Curaçao. World Aquaculture, 22 (1), 78-80
- Hopley, D. 1978. Aerial photography and other remote sensing techniques, pp 23-52 in Stoddart, D.R. & R.E. Johannes (eds) Coral Reefs: Research methods. Unesco, Paris
- Jimenez, J.A., A.E. Lugo & G. Cintron 1985. Biotropica 17, 177-185
- Kaplan, E.H. 1988. A field guide to southeastern and Caribbean seashores. The Peterson Field Guide nr 36. Houghton Mifflin Company, Boston
- Karen Weiner Escalera Associates 1992. Island of Bonaire 1992 public relations recommendations, KWE, New York
- Kristensen, I. 1970. Competition in Cyprinodont fish species. Stud. Fauna Curaçao Car. Isl. 32 (119)

- Kobluk D.R. & M.A. Lysenko 1984. Field trip 13, Carbonate rocks and coral reefs Bonaire, Netherlands Antilles. Geol. Ass. of Canada and Mineral. Ass. of Canada, Joint Ann. Meeting, London, Ontario
- Littler, D.S., M.M. Littler, K.E. Bucher & J.N. Norris 1989. Marine Plants of the Caribbean, a field guide from Florida to Brazil. Airline Publishing Ltd, England
- Meijer G.J. 1987. Mogelijke gevolgen van exploitatie-plannen (recreatie en zandwinning) voor de zeegrassen in de lagune Lac op Bonaire (Nederlandse Antillen). Lab. Aquat. Oecologie K.U. Nijmegen no. 39
- Morris, P.A. 1975. A field guide to shells of the Atlantic and Gulf coasts and the West Indies. The Peterson Field Guide nr 3. Houghton Mifflin Company, Boston
- Parke, M. & P.S. Dixon 1968. Check-list of British marine algae-second revision. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 48, 783-832
- Prakash, A. 1971. Terrigenous organic matter and coastal phytoplankton fertility. In: J.D. Costlow (ed.), Fertility of the sea. Proc. Int. Symp. Fertility Sea, Sao Paulo, Brasil. Gordon and Breach Science Publ. London
- Randall, J.E. 1968. Caribbean reef fishes. T.F.H. Publ. Neptune City N.J.
- Roos, P.J. 1971. The shallow-water stony corals of the Netherlands Antilles. Studs Fauna Curaçao and other Car. Islands 37, 1-108, 53 Plates.
- Scholten, M.e.T., W. Chr. de Koek, R. Hensen, G. Hoornsman, L. van der Vlies & e. Clavel 1989. Massaproductie van microalgen op de Antillen. Tussenverslag voorstudie.
- Schultejann, P.A. & J.E. Scott 111 1991. Thermal remote sensing of salt ponds Bonaire salt works nov. 18-27 1991. Earth Information Systems Corporation, Austin Texas
- Snedaker, S.C. & J.G. Snedaker (eds) 1984. The mangrove ecosystem: Research methods. Unesco, Paris
- Southward, A.J. 1975. Intertidal and shallow water Cirripedia of the Caribbean. Studies Fauna Curaçao, 46, 1-53
- Stoffers, A.L. 1956. The vegetation of the Netherlands Antilles. Proefschrift R.U. Utrecht Stokes, F.J. 1980. Handguide to the coral reef fishes of the Caribbean. Lippincott and Crowel Publ. New York
- Taylor, W.R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. University of Michigan Press, Ann. Arbor
- Thom, B.G., 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology Tabasco, Mexico. J.Ecol. 55: 301-343
- Thom, B.G. 1984. Coastallandforms and geomorphic processes. pp.3-17 in: Snedaker, S.c. & J.G. Snedaker (eds). The mangrove ecosystem: Research methods. Unesco, Paris.
- UNEP (United Nations Environmental Program). Bibliography of the marine environment. Caribbean. FAO 1988.

- Van den Hoek, C. van den, F. Colijn, A.M. Cortel-Breeman & J.B.W. Wanders 1972. Algal vegetation-types along the shores of inner bays and lagoons of Curaçao, and of the lagoon Lac (Bonaire), Netherlands Antilles. Verh. Kon. Ned. Ac. van Wetensch., Afd. Natuurkunde, 2^e reeks, deel 61 no. 2. North-Holland Publishing Company Amsterdam, London
- Van der Knaap, M. 1982. Kanastervisserijonderzoek op Bonaire, Nederlandse Antillen. Doctoraalonderzoek subfac. Biologie R.U. Leiden
- Van Soest, R.W.M. 1978. Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities. Part I Keratosa. Studs Fauna Curaçao 56, 1-94
- Van Soest, R.W.M. 1980. Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities. Part II Haplosclerida. Studs Fauna Curaçao 62, 1-173
- Van Soest, R.W.M. 1984. Marine sponges from Curaçao and other Caribbean localities. Part III Poecilosclerida. Studs Fauna Curaçao 66, 1-125
- Verhoeven, I.T.A. 1980. The ecology of *Ruppia-dominated* communities in western Europe. **II**. Synecological classification. Structure and dynamics of the macroflora and macrofauna communities. Aquatic Botany, 8, 1-85
- Voss, G.L. 1980. Seashore life of Florida and the Caribbean. Banyan books, Miami
- Voous, K.H. 1983. Birds of the Netherlands Antilles. Found. Sci. Res. in Surinam and the Netherlands Antilles, Amsterdam
- Wagenaar Hummelinck, P. 1977. Marine localities. Studies Fauna Curaçao and other Car. Islands no. 167
- Wagenaar Hummelinck, P. & P.J. Roos 1969. Een natuurwetenschappelijk onderzoek gericht op het behoud van het Lac op Bonaire. Nieuwe Westindische Gids 47, 1-28. Martinus Nijhoff, 's-Gravenhage
- Westermann, J.H. & J.J.S. Zonneveld 1956. Photo-geological observations and land capabilities and land use survey of the island of Bonaire. Koninklijk Instituut van de Tropen (Amsterdam) Meded. CXXIII Afd. trap. prod. # 47
- Wynne, M.J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. Canadian J. Bot. 64: 2239-2281
- Zaneveld, J.S. 1958. A *Lithothamnion* bank at Bonaire (Netherlands Antilles). Blumea (H.J. Lam Jubilee Vol.), Suppl. 4: 206-219
- Ziemann, I.C. 1976. The ecological effects of physical damage from motorboats on turtle grass beds in southern Florida. Aquat. Bot. 2, 127-139
- Zieman, J.e. 1983. Food webs in tropical seagrass systems. pp. 80-86 in: Ogden, J.e. en E.H. Gladfelter (eds). Coral reefs, seagrass beds and mangroves: Their interaction in the coastal zones of the Caribbean. Unesco Rep. in Mar. Sci. 23

Tabellen

Tabel 1. Overzicht van getij en temperatuurdata. ΔA : vertraging in hoogwater ten opzichte van station A. Voor stations zie Fig. 8.

Station	Hoogwater 14 maart		Getij range (cm)		Temperatuur 14 maart		
	tijd	ΔA	14 maart	maart	min.	max.	range
A	8:08	-	30	33	26,0	28,8	2,8
B	8:30	22'	35	37	26,2	27,8	1,6
C			0,5	3,5	24,1	34,0	9,9
D	10:31	2:23	1,5	24	25,2	30,4	5,2
E	9:33	1:25	11	16	23,7	33,8	10,1
F			1	6	23,7	33,6	9,9
G			0,5	11	24,6	38,3	13,7
H	11:17	3:09	15	17	25,5	30,1	4,6
I	10:59	2:51	15,5	16,5	25,8	30,1	4,3
K	8:43	35'	26	26	25,3	29,1	3,8
L	8:26	18'	27	27	25,0	27,7	2,7
M	10:43	2:35	5	8	24,4	30,6	6,2
N	9:04	56'	8,5	8,5	24,5	30,1	5,6
O	8:40	32'	26	26	24,9	28,5	3,6

Tabel 2. Lac Bonaire 1992. Resultaten fysische bepalingen

Monster nummer	Datum	Tijd
	mrt 92	

Saliniteit		Temp.		O2		O2		Secchi		Diepte
opp	bodem	opp	bodem	opp	bodem	opp	bodem	hor.	vert.	cm
‰		°C	°C	%	mg/l	%	mg/l	cm	cm	cm

Open Lac

1	Boca di Lac	13	13:00
27	Awa Blanku	18	8:49
28		18	9:18
29		18	11:30
30	Punta Rancho	18	12:10
31	Noord	16	12:15
24	Sorobon o.	17	9:24
26	Awa Blanku z.	17	8:40
18	Lac Bay Res.	17	10:35
25	Sorobon w.	17	9:40

38	38	26,5	26,3	130	7,4	74	4,9	1920		500
39		26,6		69	4,5			1630		95
39	39	26,4	26,7	64	4,0			1420		450
39	39	27,0	26,4	62	4,0			650		450
39		28,2		124	7,5			460		70
39	40	27,7		77	5,0			490		140
38		26,1		76	4,9			1980		70
36		26,1		73	4,8			2160		30
37		27,7		91	5,8			500		50
39	39	26,9	26,2	61	3,9			590		290

Randbaaien

7	Boca di Pos	16	9:30
8	Boca di Coco	16	11:30
22	Boca Djukfes	17	10:15
2	Pariba di Cai	13	8:45
9	Boca Fogon	16	13:00

40	41	26,8	27,0	58	3,9	47	3,0	530		150
41	43	27,7	28,2	54	3,5			315		140
37	39	27,4	27,8	53	3,5			490		120
40	41	26,6	27,1	66	4,3			160		150
40	43	28,0	28,9	64	3,9			190	200	225

Puitu

4	Centrum	13	11:00
		16	8:45
5	oostrand	13	9:35
		16	8:30

		27,1	27,7	90	6,1	64	4,2	140	150	360
41	41									
		27,0		80	5,2			140		90
42	41									

Tussen mangroven en kust

20	Awa Molina	19	10:30
6	Awa "D"	12	11:15
		18	8:00
17	Kreek di Pedro	11	11:30
16	Awa Yuwana z.	11	11:00
13	Awa Yuwana n.	11	9:00
14	Isla Yuwana	11	10:00
10	Awa di Coco	10	12:15
11	Awa Lodo di Bacuna	10	12:45
		12	11:30
		16	14:12
		16	14:12
		16	14:12
32	A. Lodo S. José	10	13:15
12	Pta. Wanapa	11	8:30
33	Awa Lodo di Chico	10	8:55
34	Chico	10	9:15
15	Isla Rancho n.	19	9:00

51		27,9		72	4,5					21
		27,3		90	5,9				> 30	30
52		25,5		51	3,3					
41		27,1		66	4,2			590		50
42		27,2		58	3,8			270		22
47		26,3		65	4,7			210		24
47		27,5		70	4,1	127	8,7	210		
44		31,1		63	3,8			20		15
84		32,1		110	6,5			7		10
		30,1		88	5,4			3		
79		35,6		133	7,7					
112		33,2		170	9,6			45		20
106		25,4		52	3,4			20		13
94		25,4		60	3,6			5		10
94		27,0		94	6,2			17		25
126		27,4		28	1,9					5

Afgesloten wateren

3	Cai	12	11:00
		18	8:10
23	Sorobon	17	13:10

		29,0		96	6,0			28	20	
79		24,6		35	2,5					
41		27,8		42	2,5					

Putten

P1	Pos Salinja Cai	19	
P2	Pos Wanapa	19	
P3	Pos Palu Grandi	19	

5										
4										
5										

NB monsters 19 en 21 kwamen te vervallen
Saliniteit (‰ op basis van metingen brekingsindex)

Tabel 3. Lac Bonaire 1992. Resultaten chemische bepalingen

Monster nummer	Datum	Aquaquant					DGW Middelburg							
		Si-Si	NH4	NO2	NH4-N	NO2-N	Si	NH4-N	NO2-N	NO3-N	NO3+NO2-N	PO4-P		
	mrt 92	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l			
Open Lac														
1	Boca di Lac	13	20	0	0	0	0	0	35	10	0	7	7	1
27	Awa Blanku	18	10	0	5	0	2	20	9	0	4	4	0	
28	↓	18	10	0	5	0	2	20	6	0	2	2	0	
29		18	10	0	5	0	2	38	6	0	0	0	0	
30		Punta Rancho	18	20	0	5	0	2	50	11	0	1	1	0
31	Noord	16	20	0	5	0	2	44	6	0	0	0	0	
24	Sorobon o.	17	20	0	0	0	0	20	35	0	7	7	0	
26	Awa Blanku z.	17	20	0	5	0	2	20	19	0	3	3	0	
18	Lac Bay Res.	17	20	0	0	0	0	45	10	0	13	13	0	
25	Sorobon w.	17	20	0	5	0	2	0	0	0	36	36	10	
Randbaaien														
7	Boca di Pos	16	20	0	5	0	2	45	8	0	0	0	0	
8	Boca di Coco	16	20	0	5	0	2	60	7	0	1	1	0	
22	Boca Djukfes	17	80	50	5	39	2	45	9	0	3	3	0	
2	Pariba di Cai	13	20	0	0	0	0	65	19	0	12	12	1	
9	Boca Fogon	16	40	0	5	0	2	72	10	0	3	3	0	
Puitu														
4	Centrum	13												
		16	10	0	30	0	9	31	10	2	8	10	0	
5	ostrand	13												
		16	10	0	20	0	6	27	11	3	4	7	0	
Tussen mangroven en kust														
20	Awa Molina	19	80	0	0	0	0	133	17	0	2	2	0	
6	Awa "D"	12												
		18	40	50	10	39	3	44	12	0	4	4	3	
17	Kreek di Pedro	11	40	0	5	0	2	69	7	0	5	5	0	
16	Awa Yuwana z.	11	60	0	12	0	4	84	14	0	5	5	0	
13	Awa Yuwana n.	11	80	50	10	39	3	103	15	2	3	5	0	
14	Isla Yuwana	11	80	25	5	19	2	109	17	1	7	8	0	
10	Awa di Coco	10	120	500	24	389	7	160	183	1	6	7	0	
11	Awa Lodo di Bacuna	10	> 250	> 800	40	> 622	12							
		12												
		16	120	150	10	117	3							
		16	150	0	20	0	6							
		16	80	100	10	78	3	142	47	2	0	2	0	
32	A. Lodo S. José	10	400	0	20	0	6	772	30	0	0	0	0	
12	Pta. Wanapa	11	60	0	0	0	0	117	42	8	0	8	61	
33	Awa Lodo di	10	320	1600	160	1244	49	320	841	32	5	37	0	
34	Chico	10	200	> 1600	400	> 1244	122	273	870	101	15	116	4	
15	Isla Rancho n.	19	500	75	0	58	0	1512	87	0	1	1	6	
Algesloten wateren														
3	Cai	12												
		18	300	100	24	78	7	582	104	0	2	2	5	
23	Sorobon	17						300	20	2	39	41	0	
Putten														
P1	Pos Salinja Cai	19												
P2	Pos Wanapa	19												
P3	Pos Palu Grandi	19												

Cursief: monsters ongefilterd

Tabel 4. Waargenomen soorten (excl. vissen) in het open water: zeegrasvelden, Halimedabanken, Awa Blanku, Secu di Sorobon, Binnenklip, Punta Rancho.

terreintype / gebied naam (zie Fig. 2)	zeegrasvelden				Halimedabanken				overige open wateren												
	Boca di Pos zone	Soro-bon west	raai Awa Blanku --> Punta Rancho	Lac Bay Resort	raai	noordelijk deel v. d. kom van het Lac	Cai noord punt	Awa Blanku: zand	Awa Blanku: koraal fragm.	Awa Blanku: wiereveld	Secu di Sorobon div.	Boca di Lac (incl. kust)	Puitu	Binnen-klip	Punta Rancho						
7	nabij 8	25	28	29	18	30	31	108	113	24	26	27	103	105	104	110	1	4+5	111	109	
<i>Amphimedon compressa</i>																					
<i>Chondrilla nucula</i>																					
Porifera sp.						m143															
Porifera sp. zwart																					
Porifera sp. paars																					
Porifera sp. blauw																					
<i>Stoichactis helianthus</i>																					
<i>Condylactis gigantea</i>																					
<i>Arenicola cristata</i>																					
<i>Branchiomma nigromaculata</i>																					
Sabellidae sp. bruin																					
<i>Tellina mera</i>																					
<i>Tellina caribaea</i>																					
<i>Chione sp.</i>																					
<i>Strombus gigas</i>																					
<i>Voluta musica</i>																					
<i>Cerithium literatum</i>																					
<i>Epitonium sp.</i>																					
<i>Clivella minuta</i>																					
Gastropoda sp. (infauna)																					
Gammaridea																					
Stomatopoda																					
<i>Petrochirus diogenes</i>																					
<i>Parulirus argus</i>																					
<i>Alpheus sp.</i>																					
<i>Processa sp.</i>																					
<i>Stenorhynchus seticornis</i>																					
<i>Microphrys bicornutus</i>																					
<i>Oreaster reticulatus</i>																					
<i>Meoma ventricosa</i>																					
<i>Tripneustes esculentus</i>																					
<i>Holothuria mexicana</i>																					
<i>Holothuria arenicola (zandbergjes)</i>																					
<i>Asymmetron lucayanum</i>																					

x = soort aanwezig, bedekking variabel; i.h.a. <10%.
n% = bedekking n% van bodemoppervlak; zie ook tekst

m033 = volgr. monstercollectie
?m172 = determinatie onzeker

Tabel 5. Waargenomen soorten in wateren omgeven door mangroven (voor vissen, zie Tabel 7)

terreintype / gebied naam (zie Fig. 2)	kreeken			baaien				overige				
	Kreek di Pedro	kreek naar Puitu	Kreek di Coco	Boca Djukfes	Boca di Coco	Boca Chikitu	Boca Fogon	Puitu	Pariba di Cai	Awa Yu- wana z.		
station (zie Fig. 9)	17	102	breed	smal, 106	tZv 10	22	8	107	9	4+5	2	114

Fauna op / nabij bodem	Kreek di Pedro	kreek naar Puitu	Kreek di Coco	Boca Djukfes	Boca di Coco	Boca Chikitu	Boca Fogon	Puitu	Pariba di Cai	Awa Yu-wana z.
Porifera sp.	x				m017					
<i>Myrionema hargitti</i>					m016					
<i>Cassiopeia</i>		x								
<i>Bunodiopsis</i>	x			x	x	x		x	x	
<i>Aiptasia</i>					x°	x°				
Ampharetinae						x°				
<i>Branchioma</i> sp.	m102									
Sabellidae sp. bruin	m102									
Polychaetae	x	m064								
zandbergen	x									
<i>Alpheus</i>	x									
Caprellidae	x									
<i>Callinectes</i> sp.	x									
<i>Botryllus planus</i>									x	
						x°				

Fauna op mangrovewortels	Kreek di Pedro	kreek naar Puitu	Kreek di Coco	Boca Djukfes	Boca di Coco	Boca Chikitu	Boca Fogon	Puitu	Pariba di Cai	Awa Yu-wana z.
Porifera sp.	x	m070/087	m055							
Porifera sp. paars	x	m084	x				x			
Porifera sp. geel (sliertig)	x	m?(102b)								
Porifera sp. geel, grover, paars inw.	x	m?(102c)								
Porifera sp. bolvormig	x	m067	m055							
Porifera sp. oranje			m086							
Porifera sp. rood			m056							
Porifera sp. groen, geel inw.			m059							
Porifera sp. blauw, handvormig			m062	x						
Porifera sp. geel, slap			m075							
indet. (kleine paarse buisjes)		x								
<i>Abietinaria</i> sp.	x	m087	m166							
<i>Myrionema hargitti</i>		x	m073				x			
<i>Aiptasia pallida</i>			x							
Nereidae								x		x
<i>Typosyllis</i> sp.		m087					m129			
Spionidae										m083
<i>Sabella melanostigma</i>										m083
Sabellidae sp.	x						m129			
<i>Littorina angulifera</i>	x				x					
<i>Chtalamus angustitergum</i>										
<i>Ampithoe</i> sp.		m090						m020		
Gammaridae		m087								
mangrovekrab	x		x							m083
<i>Botryllus</i> sp. zwart/oranje	x									
Asciacea sp. klein, glazig										x
Asciacea sp. oranje										x
Asciacea sp.	x			x			g107			
										m083

x = soort aanwezig, bedekking variabel; i.h.a. <10% (m.u.v. Avrainvillea).
 m033 = volgnr. monstercollectie
 ?m172 = determinatie niet zeker

*: op *Thalassia*
 °: op *Avrainvillea*

Tabel 6. Waargenomen soorten in wateren die min of meer geïsoleerd zijn van het open Lac. Rangschikking locaties in toename van isolatie

locatie (zie Fig. 2)	Awa Molina	Awa Djukfes	Awa wana z.	Awa Yuwana n.	13	101	14	6	10	11	100	34	33	32	12	15	3	23
station (zie Fig. 9)	h																	
bodem hard/zacht	z o p h z o p h																	
Zeegrassen																		
<i>Ruppia maritima</i>																		
Wieren: groenwieren																		
<i>Acetabularia calyculus</i>																		
<i>Acetabularia crenulata</i>	x	x	m072	x			x	m085	x	x	x							m044
<i>Eatophora oerstedii</i>	x	x	x	x			x	m065	x	x	x							x
Wieren: roodwieren																		
<i>Bostrychia tenella</i>																		
<i>Polysiphonia sp. (P. subitilis.?)</i>																		
Blauwwieren																		
<i>Entophysalis deusta</i>																		
Fauna																		
<i>Cassiopsea</i>																		
<i>Branchiommia sp.</i>	x			x	x	x	x											
<i>Melongena melongena</i>								m084										
Melongena eikapsels	x	†		x														
<i>Cerithidea costata</i>																		
<i>Cerithium variabile</i>																		
<i>Cittarium (fossiel)</i>																		
<i>Gastropoda sp.</i>																		
kokkel-achtige spec.																		
<i>Paguristes sp.</i>																		
<i>Callinectes sp.</i>	x																	
Gammaridae																		
Corixidae																		
waterkever elytra gaten																		
waterkever elytra glad																		
<i>Trochopus plumbeus</i>																		
<i>Tridennium?</i>																		
<i>Cyprinodon dearborni</i>																		
<i>Atherinomoropus stipes</i>																		
<i>Lutjanus analis</i>																		
mojarra																		
<i>Eugerres plumieri</i>																		
<i>Eucinostomus argenteus</i>																		
<i>Lophogobius cyprinoides</i>																		
Gobiidae																		
vis klein indet.																		
vis indet. (springend)																		

x = soort aanwezig, bedekking variabel; i.h.a. <10%; m033 = volgr. monstercollectie †: exemplaren dood

Tabel 8. Vissoorten in het Lac. Vergelijking met andere waarnemers.

		v. Moorsel en Meijer, feb-mrt 92	Ploeg, 1991-92	v. d. Knaap, jan-aug 82	Gorissen en Meijer aug-dec 81	Lit.	Hensen
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Nurse shark	x		x	x		
<i>Dasyatis americana</i>	Southern stingray	x					
<i>Aetobatis narinari</i>	Spotted eagle ray				x		
<i>Albula vulpes</i>	Bonefish	x					
<i>Synodus intermedius</i>	Sand diver				?		
<i>Gymnothorax moringa</i>	Spotted moray	x	x				
<i>Gymnothorax funebris</i>	Green moray	x		x	x		
<i>Gymnothorax vicinus</i>	Purplemouth moray			x			
Ophichthidae	snake eel	?					
<i>Myrichthys oculatus</i>	Goldspotted eel				x		
<i>Harengula humeralis</i>	Redear herring				?		
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	Dwarf herring		x		x		
<i>Cyprinodon dearborni</i>	Broad killifish	x				x	
<i>Poecilia sphenops</i>	Molly					x	
<i>Anchoa cayorum</i>	anchovy				?		
<i>Atherinomorus stipes</i>	Hardhead silverside	?			x		
Belonidae	needlefish	?					
<i>Platybelone argalus</i>	Keeltail needlefish		x				
<i>Tylosurus crocodilus</i>	Houndfish				x		
Exocoelidae	halibeam	?					
<i>Aulostoma maculatus</i>	Trumpetfish	x					
Syngnathidae	pipefish	x	x				
<i>Hippocampus</i> sp.	seahorse						x
<i>Adioryx coruscus</i>	Reef squirrelfish	x	x		x		
<i>Adioryx vexillarius</i>	Dusky squirrelfish	x					
<i>Holocentrus rufus</i>	Squirrelfish	x					
<i>Holocentrus ascensionis</i>	Longjaw squirrelfish	x	x	x	x		
<i>Myripristis jacobus</i>	Blackbar soldierfish	x	x	x			
<i>Epinephelus guttatus</i>	Red Hind		x				
<i>Epinephelus adscensionis</i>	Rock hind				r		
<i>Epinephelus striatus</i>	Nassau grouper				r		
<i>Epinephelus itajara</i>	Jewfish						
<i>Mycteroperca rubra</i>	Comb grouper	x			x		
<i>Hypoplectrus unicolor</i>	Butter Hamlet		x				
<i>Serranus baldwini</i>	Lantern bass	x	x				
<i>Serranus tigrinus</i>	Harlequin bass	x	x				
<i>Erotelus smaragdus</i>	Emerald sleeper						
<i>Apogon maculatus</i>	Flamefish	x	x		x		
<i>Phaeoptyx conklini</i>	Freckled cardinalfish						
<i>Echeneis naucrates</i>	Sharksucker		x				
<i>Caranx ruber</i>	Bar jack	x	x	x			
<i>Caranx fuscus</i>	Blue runner	x		x	x		
<i>Caranx latus</i>	Horse eye jack	x			x		
<i>Lutjanus apodus</i>	Schoolmaster	x		X	x		
<i>Lutjanus mahogoni</i>	Mahogany snapper	x			x		
<i>Lutjanus griseus</i>	Grey / Mangrove snapper	x	x	x	x		
<i>Lutjanus analis</i>	Mutton snapper	x		x			
<i>Lutjanus jocu</i>	Dog snapper			x			
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Yellowtail snapper	x		X	x		
<i>Eucinostomus havana</i>	Bigeye mojarra	x					
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	Mottled mojarra	x					
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Spotfin mojarra	x	x		?		
<i>Gerres cinereus</i>	Yellowfin mojarra	x	x	x	x		
<i>Eugerres plumieri</i>	Striped mojarra	x					
<i>Haemulon flavolineatum</i>	French grunt	x	x	X	x		
<i>Haemulon chrysargyreum</i>	Smallmouth grunt	x			x		
<i>Haemulon melanurum</i>	Cotton wick	x					
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Tomtate				x		
<i>Haemulon plumieri</i>	White grunt				x		
<i>Haemulon sciurus</i>	Bluestriped grunt				X	x	
<i>Calamus bajonado</i>	Jolthead porgy				x		
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	Yellow goatfish	x	x	x	x		
<i>Pseudopeneus maculatus</i>	Spotted goatfish	x	x	x			

Tabel 8. Vissoorten in het Lac. Vergelijking met andere waarnemers.

	v. Moorsel en Meijer, feb-mrt 92	Ploeg, 1991-92	v. d. Knaap, jan-aug 82	Gorissen en Meijer aug-dec 81	Lit.	Hensen
<i>Pempheris schomburgki</i>						
<i>Chaetodon striatus</i>	x					
<i>Chaetodon capistratus</i>	x	x				
<i>Pomacanthus paru</i>	x	x	x	x		
<i>Holacanthus ciliaris</i>	x	x	x			
<i>Microspatodon chrysurus</i>		x				
<i>Eupomacentrus partitus</i>						
<i>Eupomacentrus leucostictus</i>	x	x				
<i>Eupomacentrus dorsopunicans</i>	x	x				
<i>Eupomacentrus planifrons</i>				x		
<i>Eupomacentrus variabilis</i>				?		
<i>Abudefduf saxatilis</i>				x		
<i>Abudefduf taurus</i>	x	x		x		
<i>Bodianus rufus</i>	x					
<i>Halichoeres radiatus</i>						
<i>Halichoeres gamoti</i>						
<i>Halichoeres pictus</i>	x	x				
<i>Halichoeres poeyi</i>	x					
<i>Halichoeres bivittatus</i>						
<i>Halichoeres maculipinna</i>				x		
<i>Hemipteronotus splendens</i>						
<i>Thalassoma bifasciatum</i>				x		
<i>Scarus guacamaia</i>	x	x		x		
<i>Scarus vetula</i>	x		x			
<i>Scarus taeniopterus</i>	x					
<i>Scarus croicensis</i>	x					
<i>Sparisoma viride</i>				x		
<i>Sparisoma rubripinne</i>	x		x	x		
<i>Sparisoma radians</i>	x	x				
<i>Sparisoma chrysopterygum</i>	x	x		x		
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>			x			
<i>Cryptotomus roseus</i>				x		
<i>Mugil curema</i>				x		
<i>Mugil sp.</i>	x	x				
<i>Sphyræna barracuda</i>	x	x	x	x		
<i>Ophioblennius atlanticus</i>	x					
<i>Malacoctenurus triangulatus</i>						
<i>Nes longus</i>						
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	x					
<i>Coryphopterus sp.</i>	x	x				
<i>Gobiosoma evelynae</i>				x		
<i>Lophogobius cyprinoides</i>			x			
Gobiidae						
<i>Scorpaena brasiliensis</i>	x					
<i>Bothus lunatus</i>	x	x				
<i>Balistes vetula</i>	x	x				
<i>Acanthurus chirurgus</i>	x	x				
<i>Acanthurus coeruleus</i>	x	x	x	x		
<i>Acanthurus bahianus</i>	x	x	x	x		
<i>Cantherines pullus</i>	x		x	x		
<i>Lactophrys triqueter</i>	x	x				
<i>Lactophrys bicaudalis</i>	x	x				
<i>Lactophrys trigonus</i>	x					
<i>Lactophrys quadricornis</i>				x		
<i>Lactophrys polygonius</i>						
<i>Sphaeroides spengleri</i>						
<i>Cantigaster rostrata</i>	x	x		x		
<i>Diodon hystrix</i>			x			
<i>Diodon holacanthus</i>	x					
Glassy sweeper						
Banded butterflyfish						
Foureye butterflyfish						
French angel						
Queen angel						
Yellowtail damselfish						
Bicolor damsel						
Beaugregory						
Dusky damselfish						
Threespot damselfish						
Cocoa damselfish						
Sergeant major						
Night sergeant						
Spanish hogfish						
Pudding wife						
Yellowhead wrasse						
Rainbow wrasse						
Blackear wrasse						
Slippery dick						
Clown wrasse						
Green razorfish						
Bluehead						
Rainbow parrotfish						
Queen parrotfish						
Princess parrotfish						
Striped parrotfish						
Stoplight parrotfish						
Yellowtail parrotfish						
Bucktooth parrotfish						
Redtail parrotfish						
Redband parrotfish						
Slender parrotfish						
White mullet						
mullet						
Barracuda						
Redlip blenny						
Saddled blenny						
Orangespotted goby						
Bridled goby						
goby						
Sharknose goby						
Crested goby						
goby						
scorpionfish						
Peacock flounder						
Queen triggerfish						
Doctor fish						
Blue tang						
Ocean surgeonfish						
Orangespotted filefish						
Smooth trunkfish						
Spotted trunkfish						
Buffalo trunkfish						
Scrawled cowfish						
Honeycomb cowfish						
Bandtail puffer						
Sharpnose puffer						
Porcupine fish						
Balloonfish						

X:
overheer-
send in
vangsten
r: op rif

?: determinatie tot op soort onzeker

Figuren

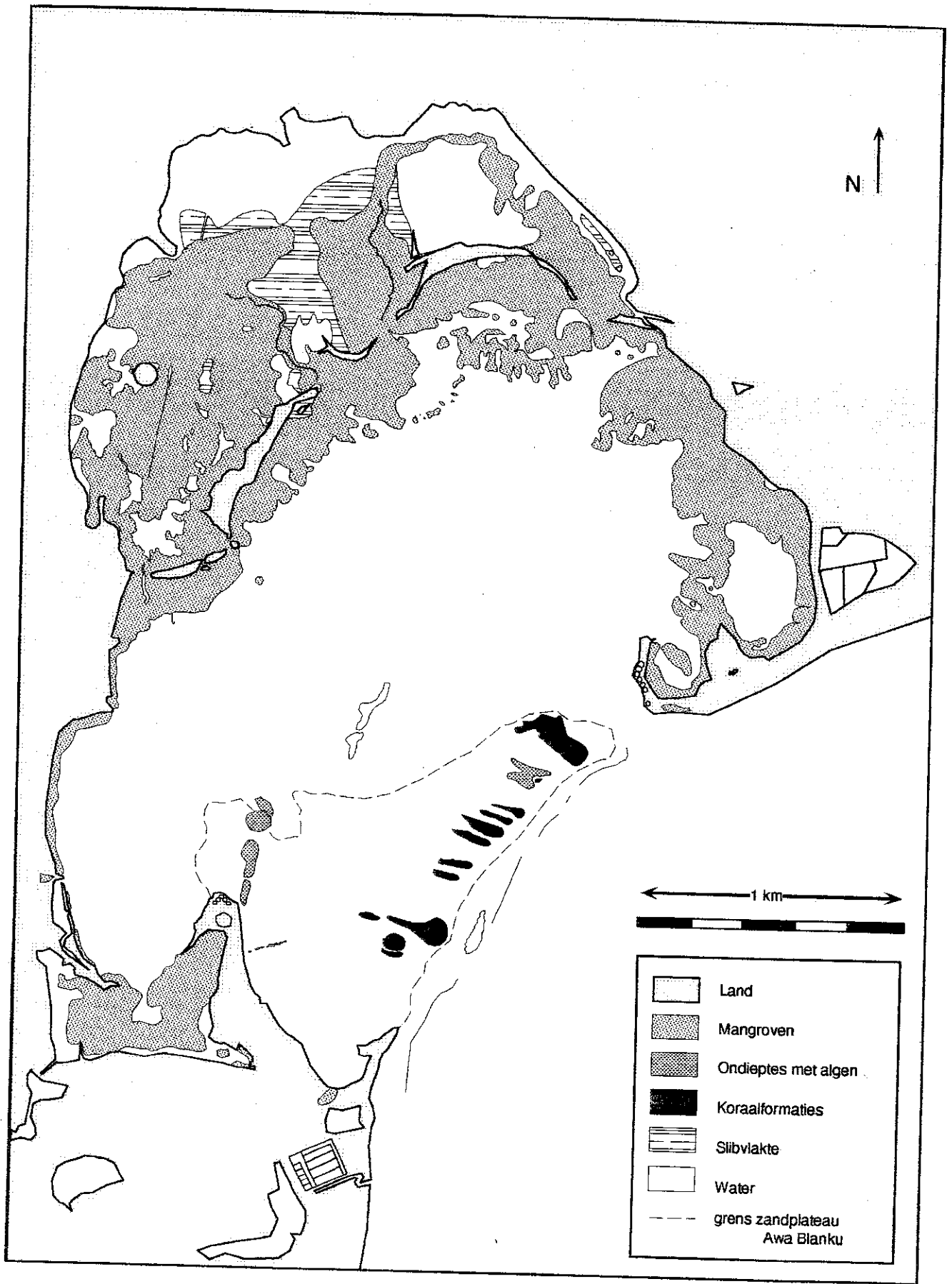


Fig. 1. Overzichtskaart Lac Bonaire. Terreintypen



Fig. 2. Naamgeving. Onderstreepte namen zijn nieuw



Fig. 3. Ligging van de breuklijnen in het kalksteenplateau van zuid Bonaire. De donkere plekken geven de "eyes of the sea" weer, die een direct contact met de oceaan hebben. Ze zijn vooral goed ontwikkeld bij de snijpunten van breuklijnen. Kaart naar Fig. 7 in Schultejan & Scott III 1991.

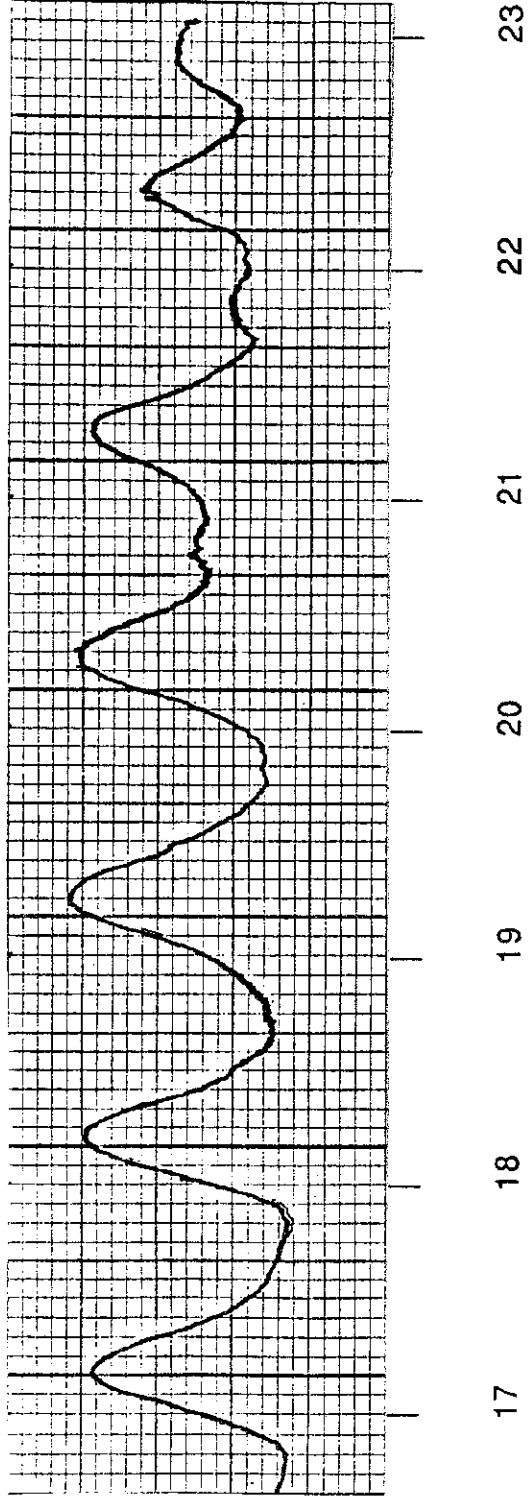


Fig. 4. Waterstandfluctuatie van 17 t/m 23 jan 1992. Meting Akzo Salt Antilles.

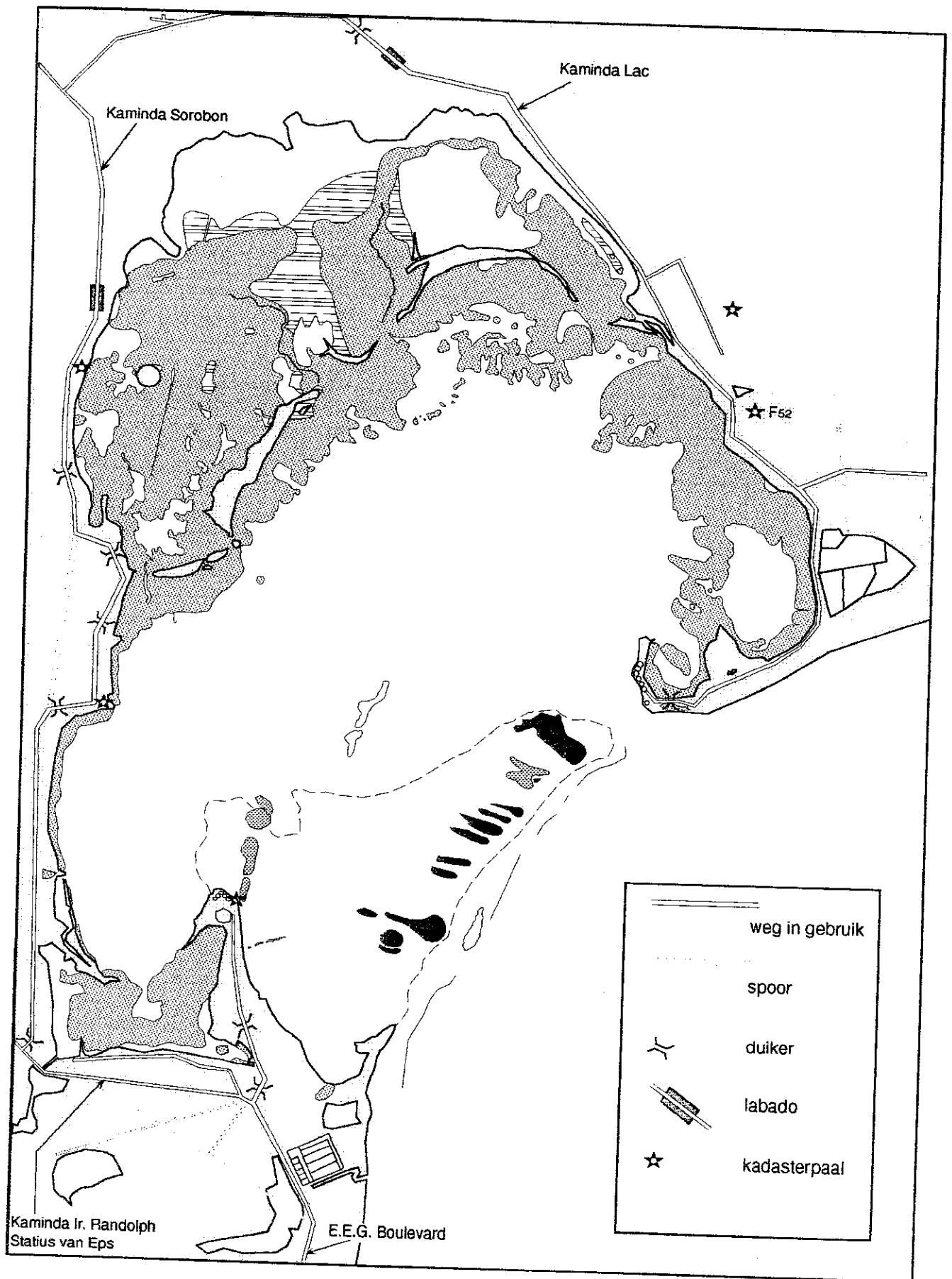


Fig.5. Wegen, duikers en labado's

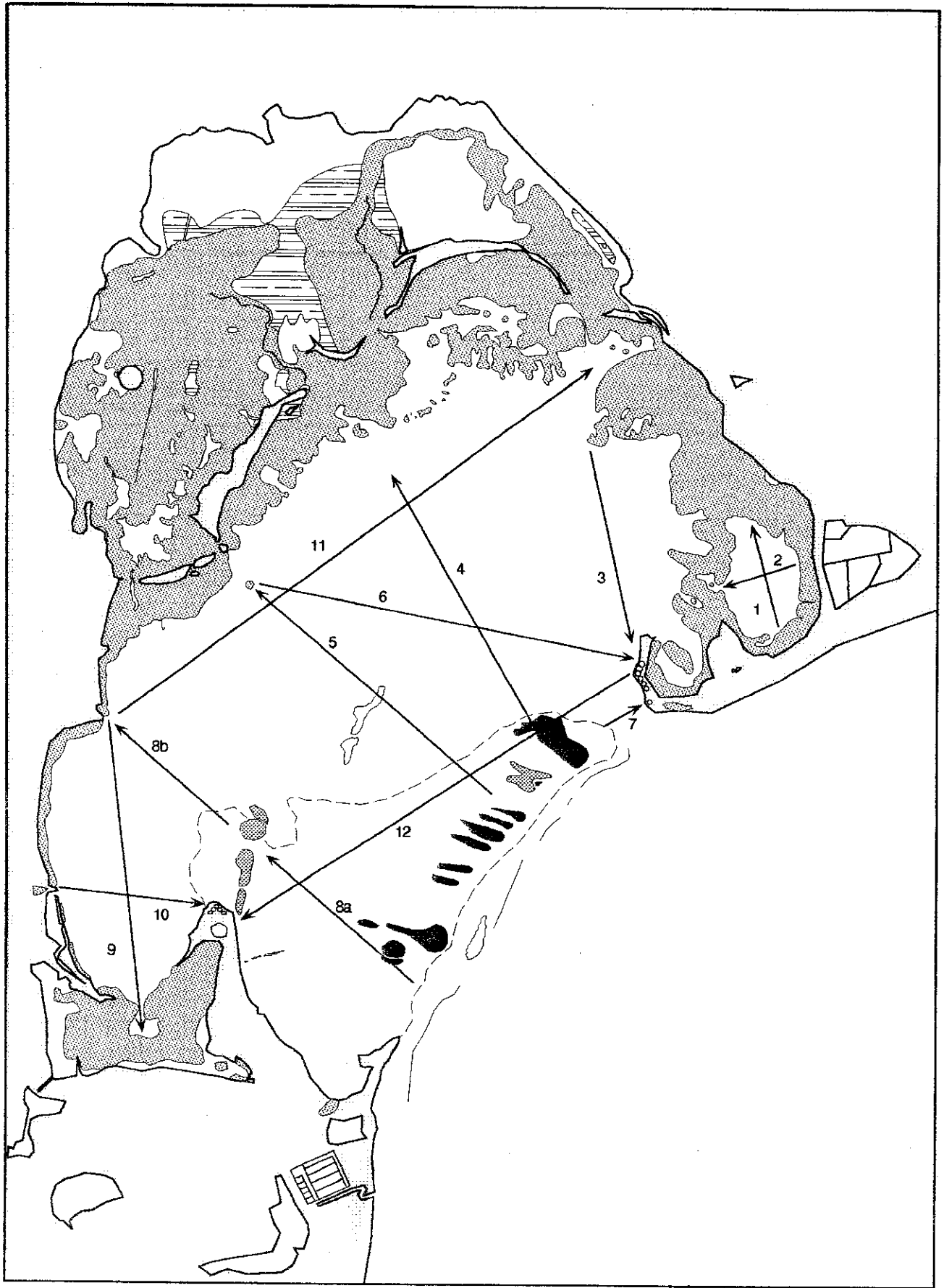


Fig 6. Ligging Lowrance-transecten



Fig. 7. Waterdiepten in meters

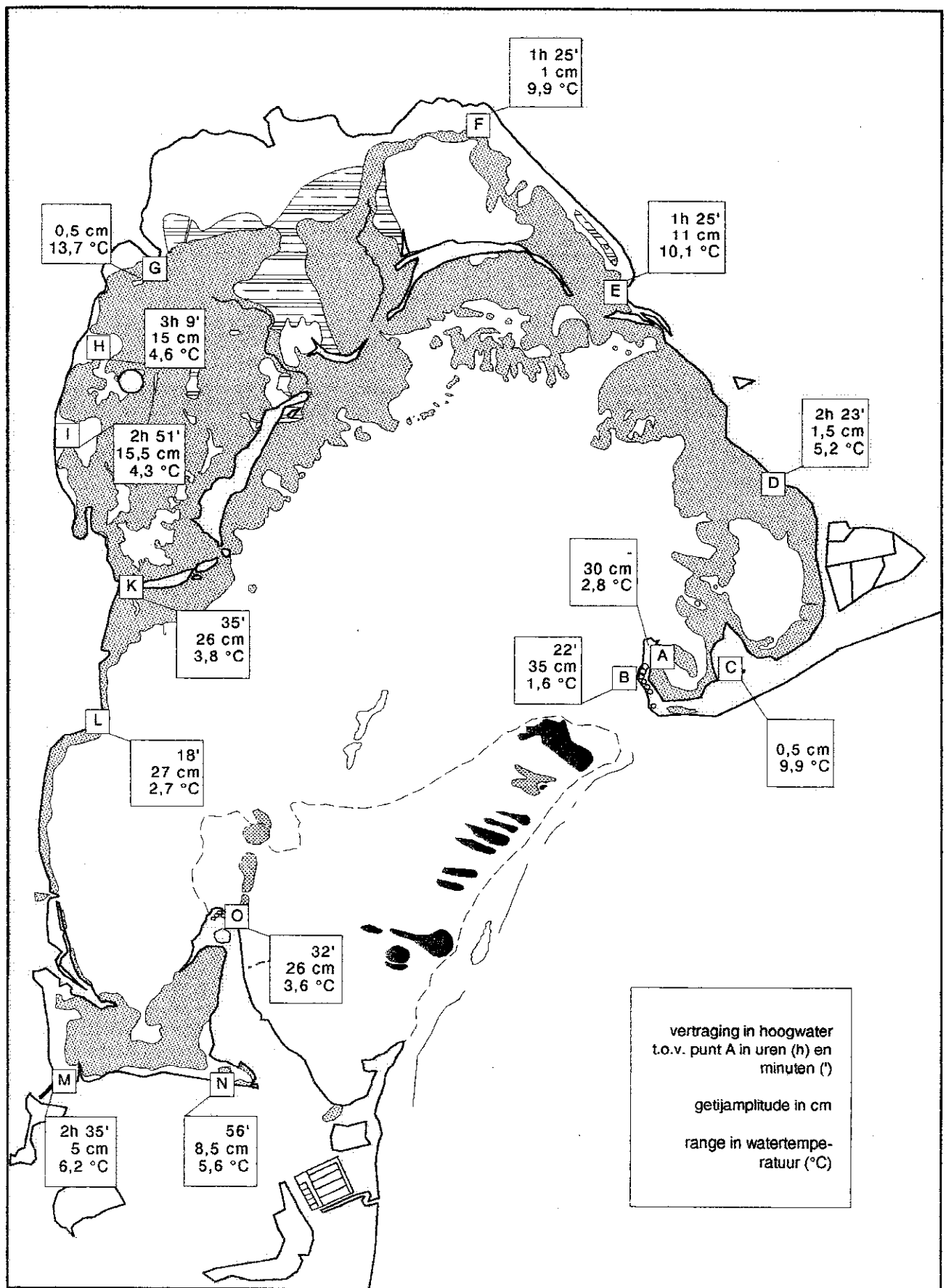


Fig. 8. Getijdemetingen 14 maart 1992

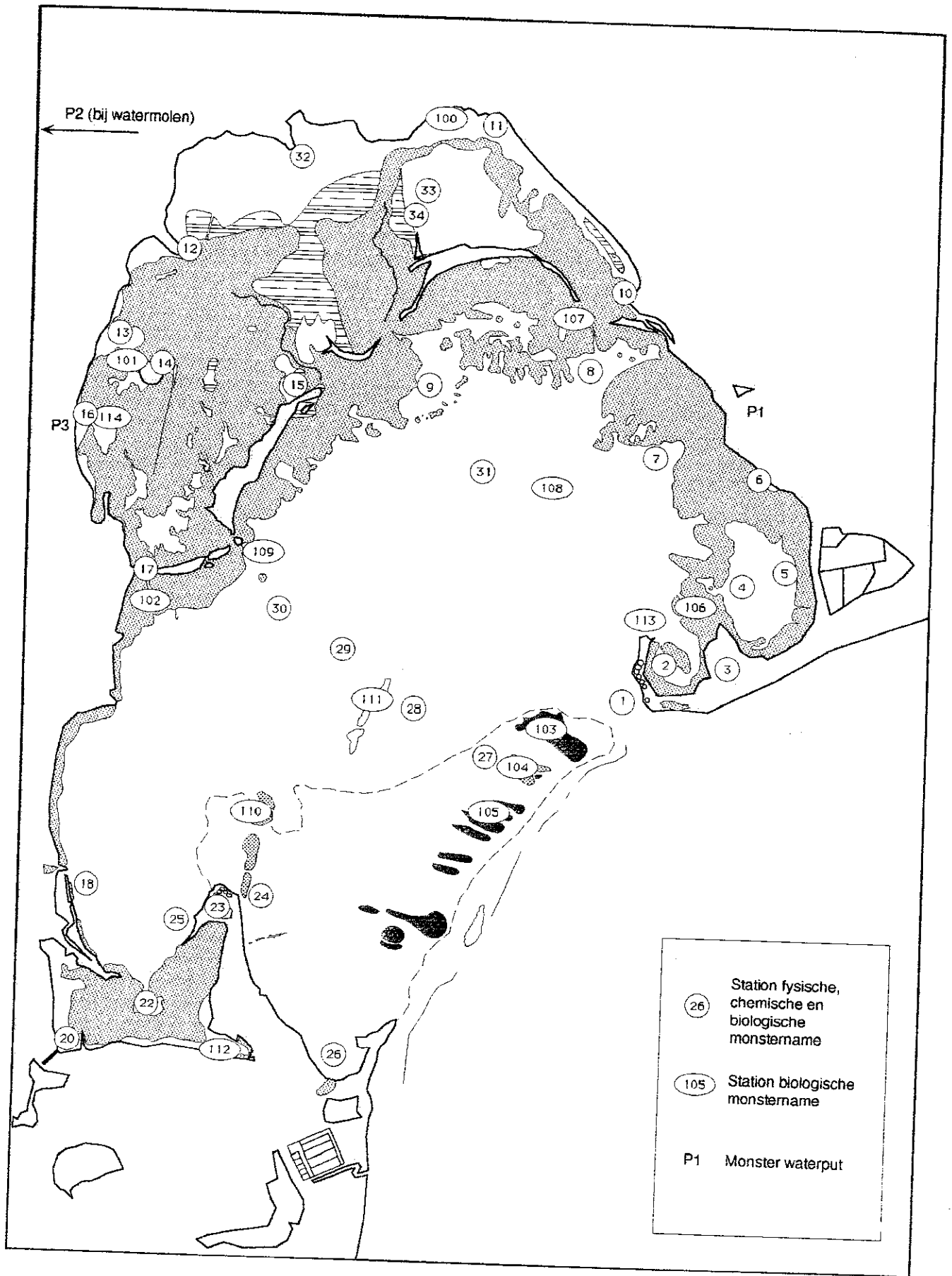
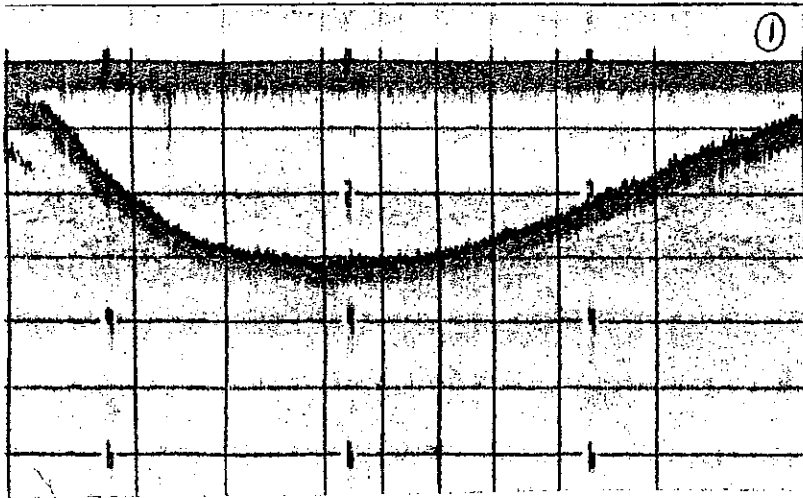
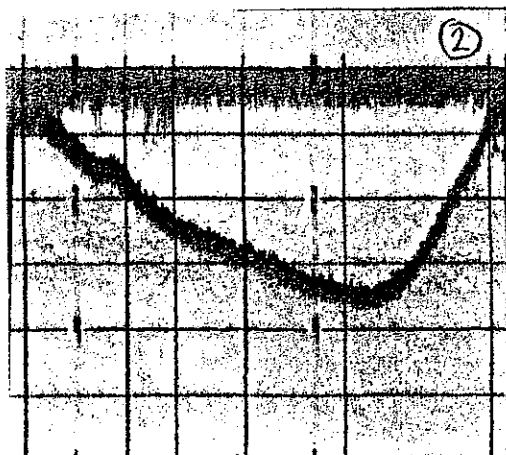


Fig. 9. Monsternummers

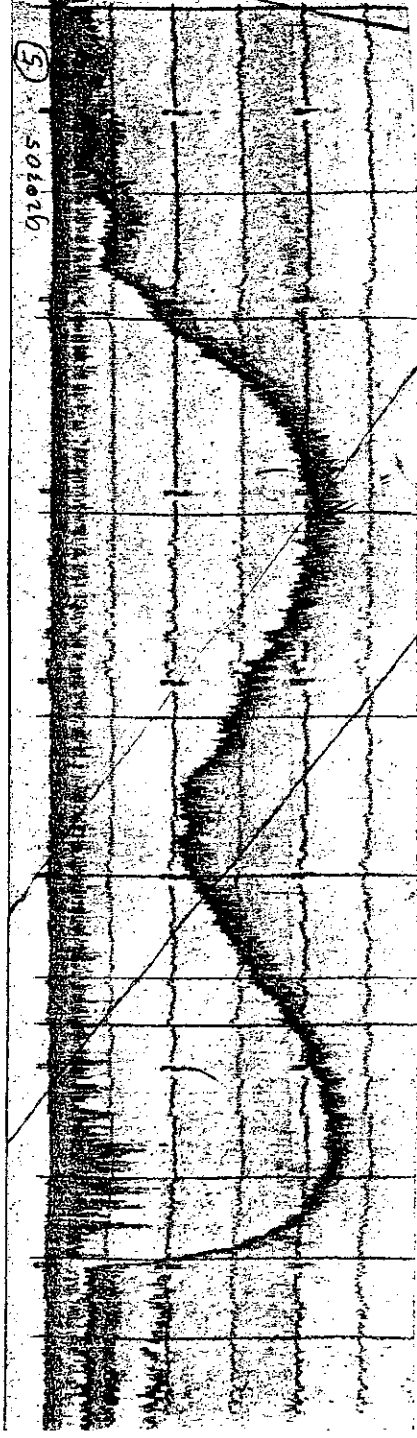
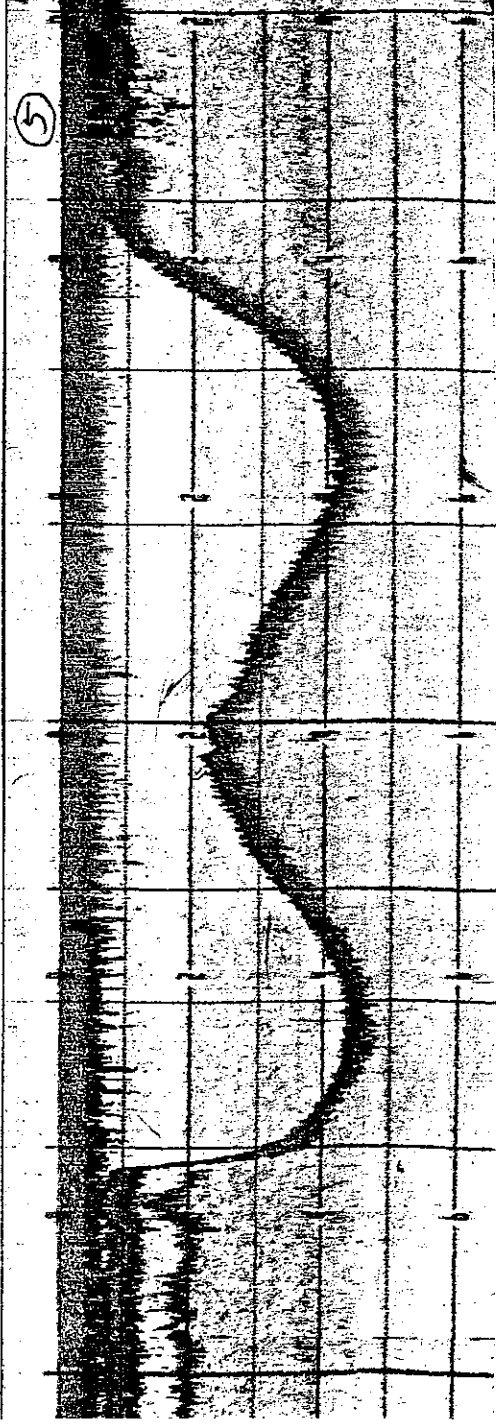
Figuur 10. Enkele resultaten Lowrance diepte-profielen



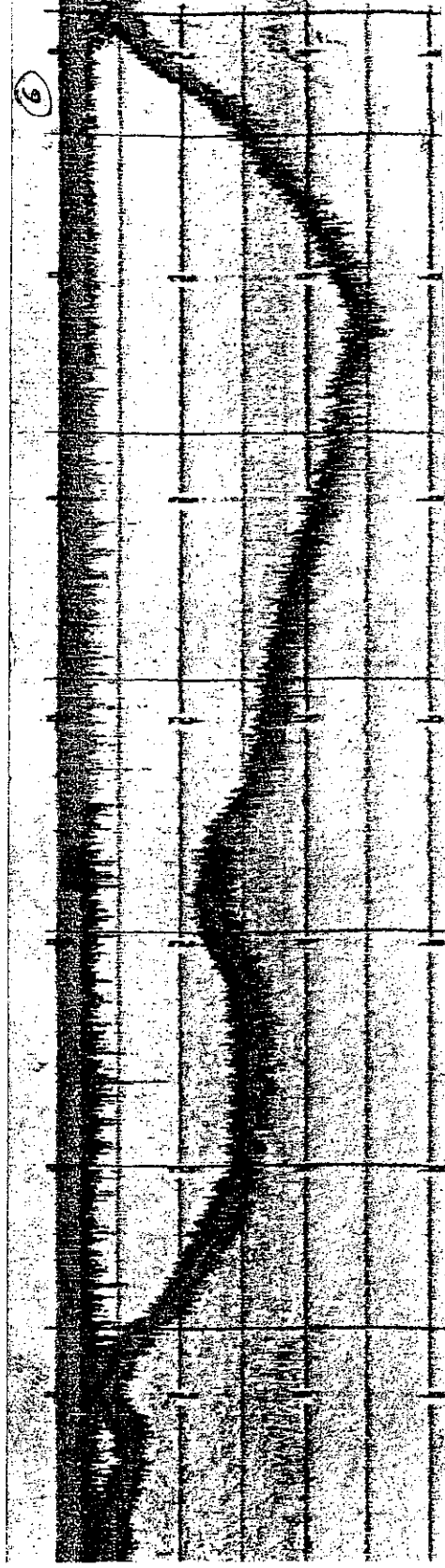
traject 1: Puitu (max. diepte 3,2 m)



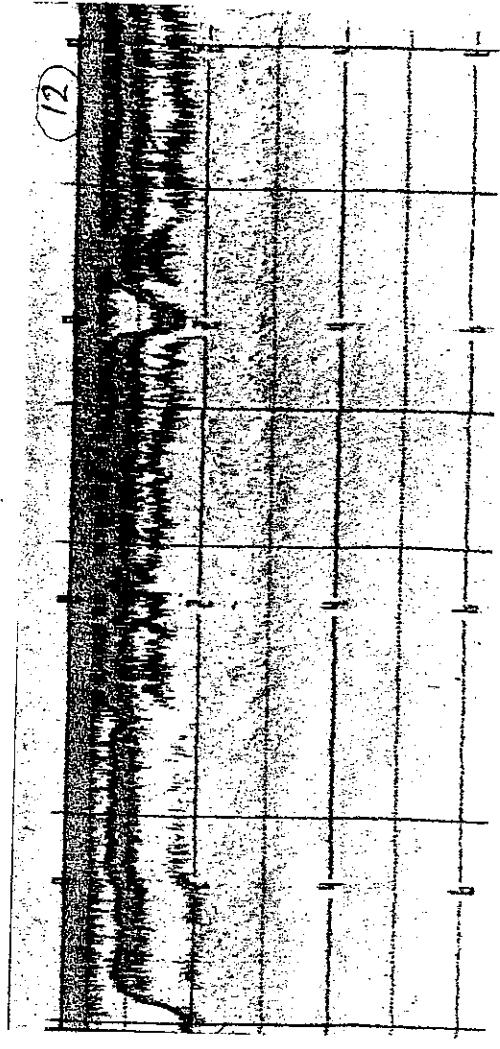
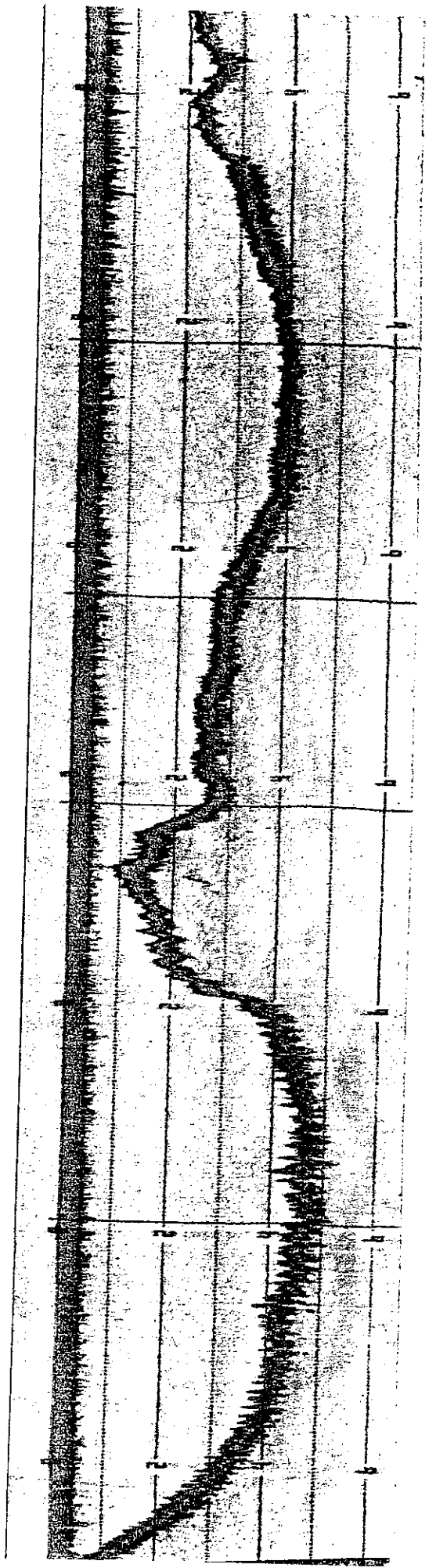
traject 2: Puitu (max. diepte 3,8 m)



traject 5: Van Dam naar Punta Rancho over de Binnenklip (max. diepte ca. 4,5 m)

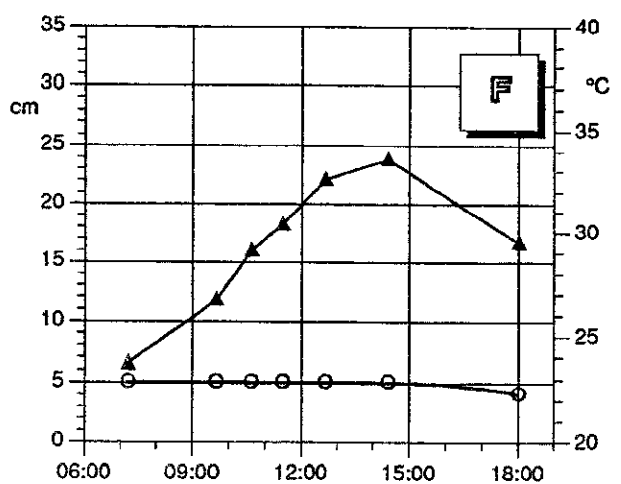
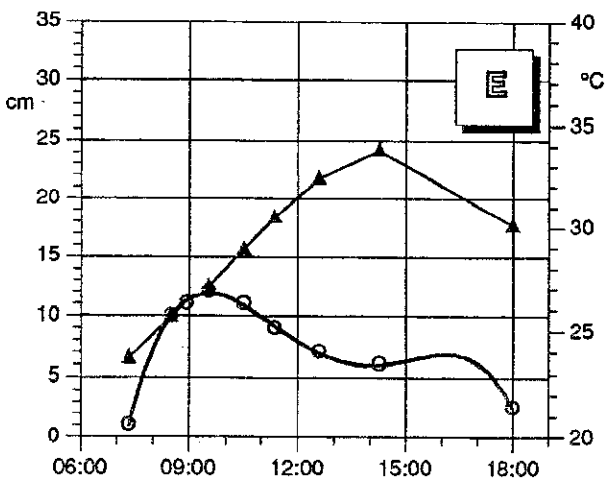
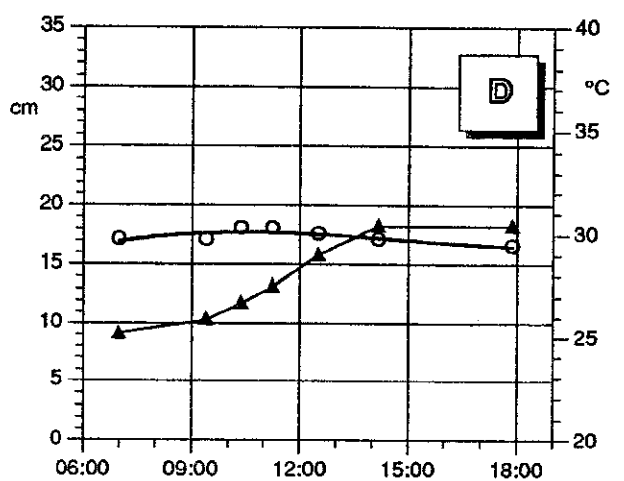
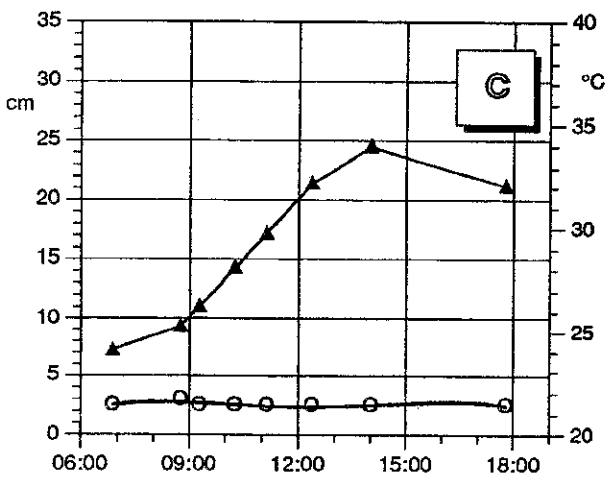
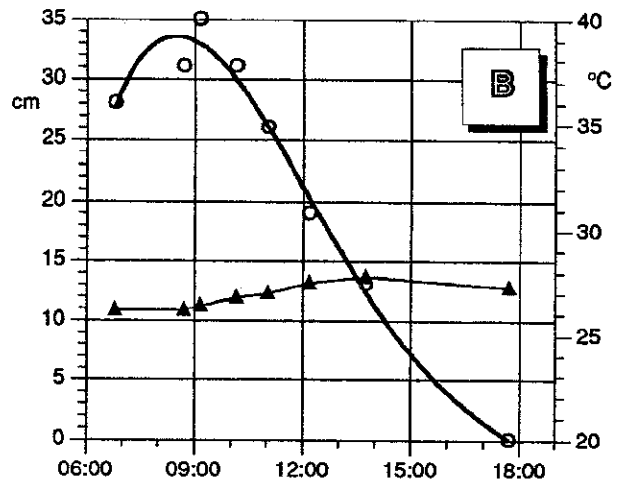
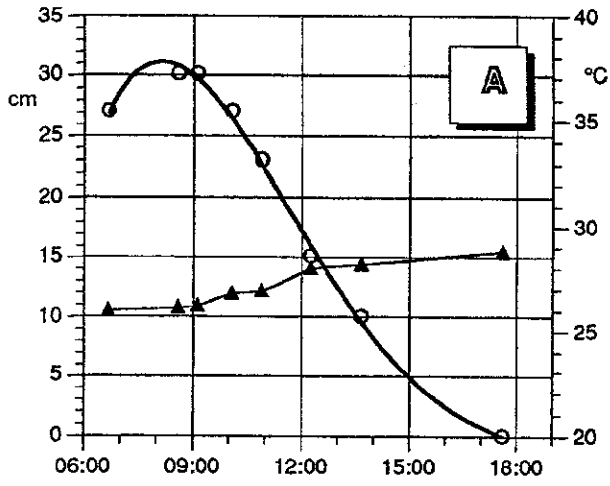
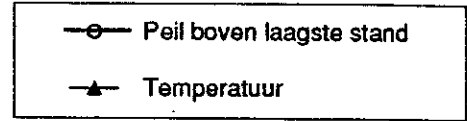


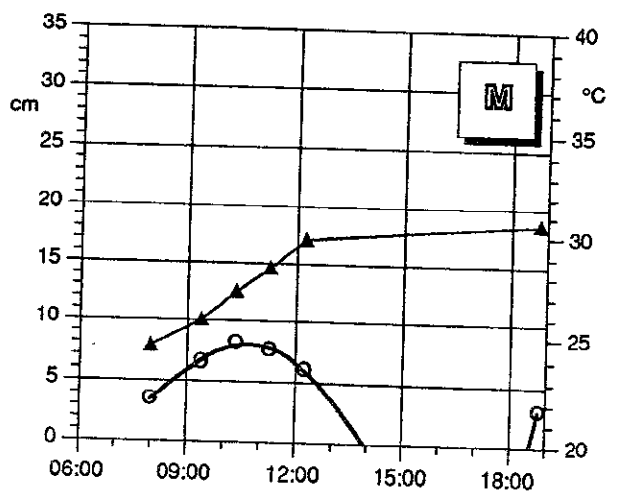
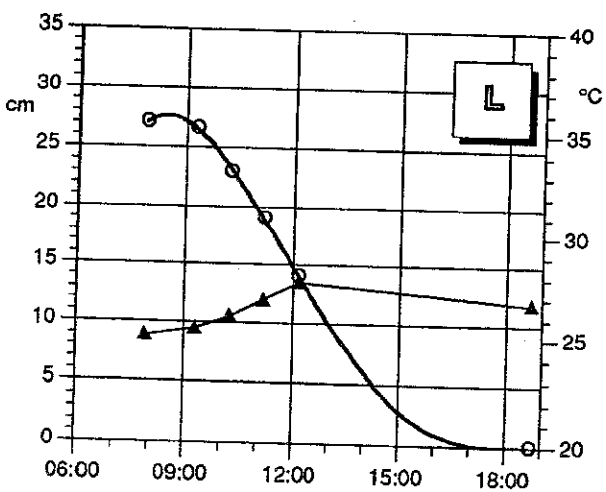
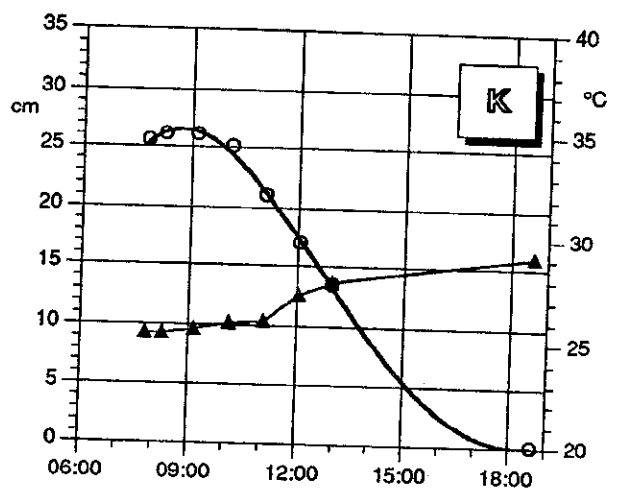
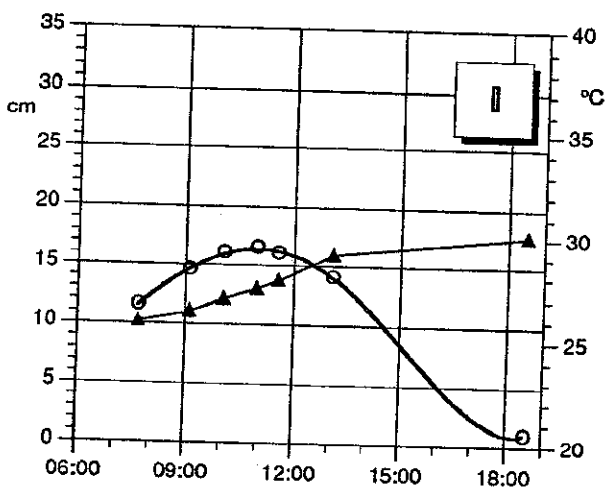
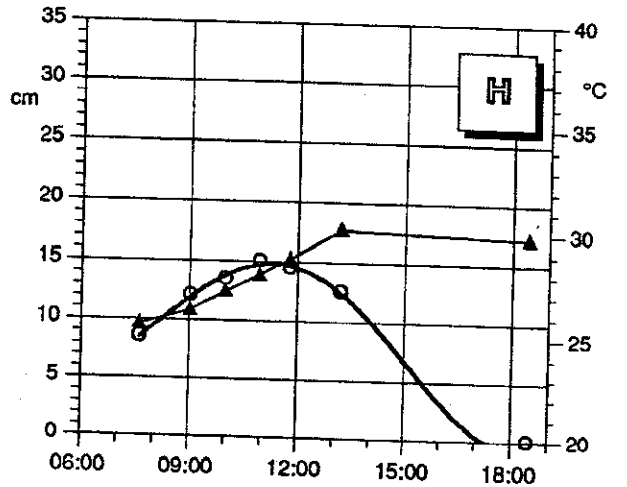
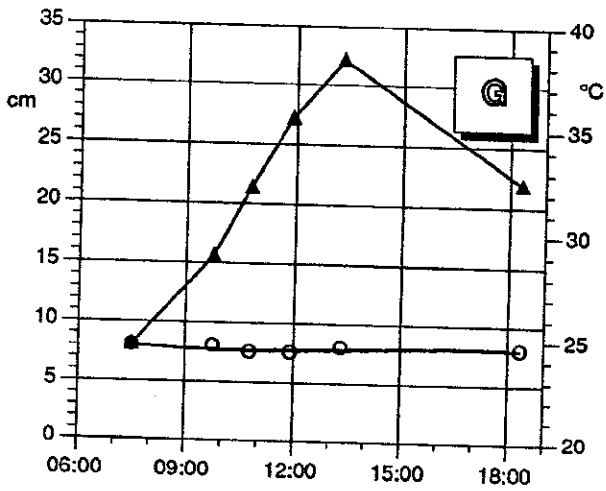
traject 6: Van Punta Rancho naar Cai (max. diepte ca. 5 m)

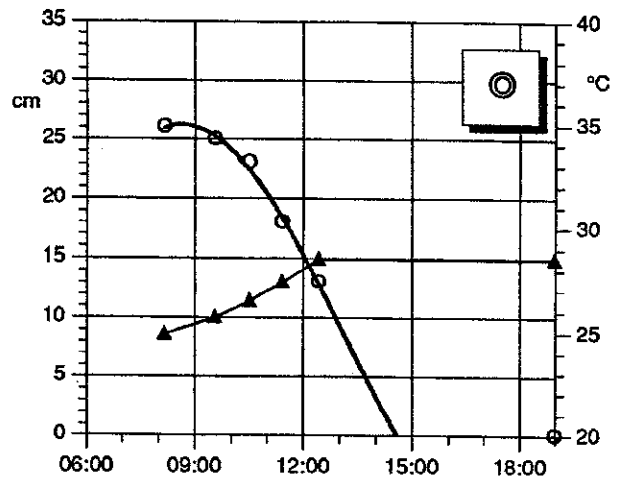
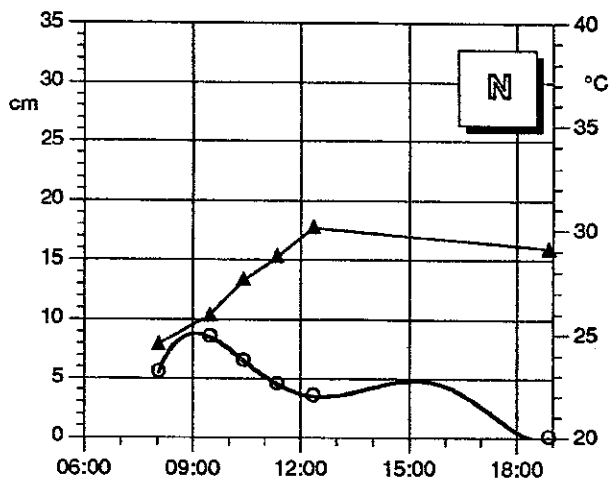


traject 12: Van Cai naar Sorobon (max. diepte ca. 5 m)

Fig. 11. Lac 1992. Waterstand en temperatuur op 14 maart.







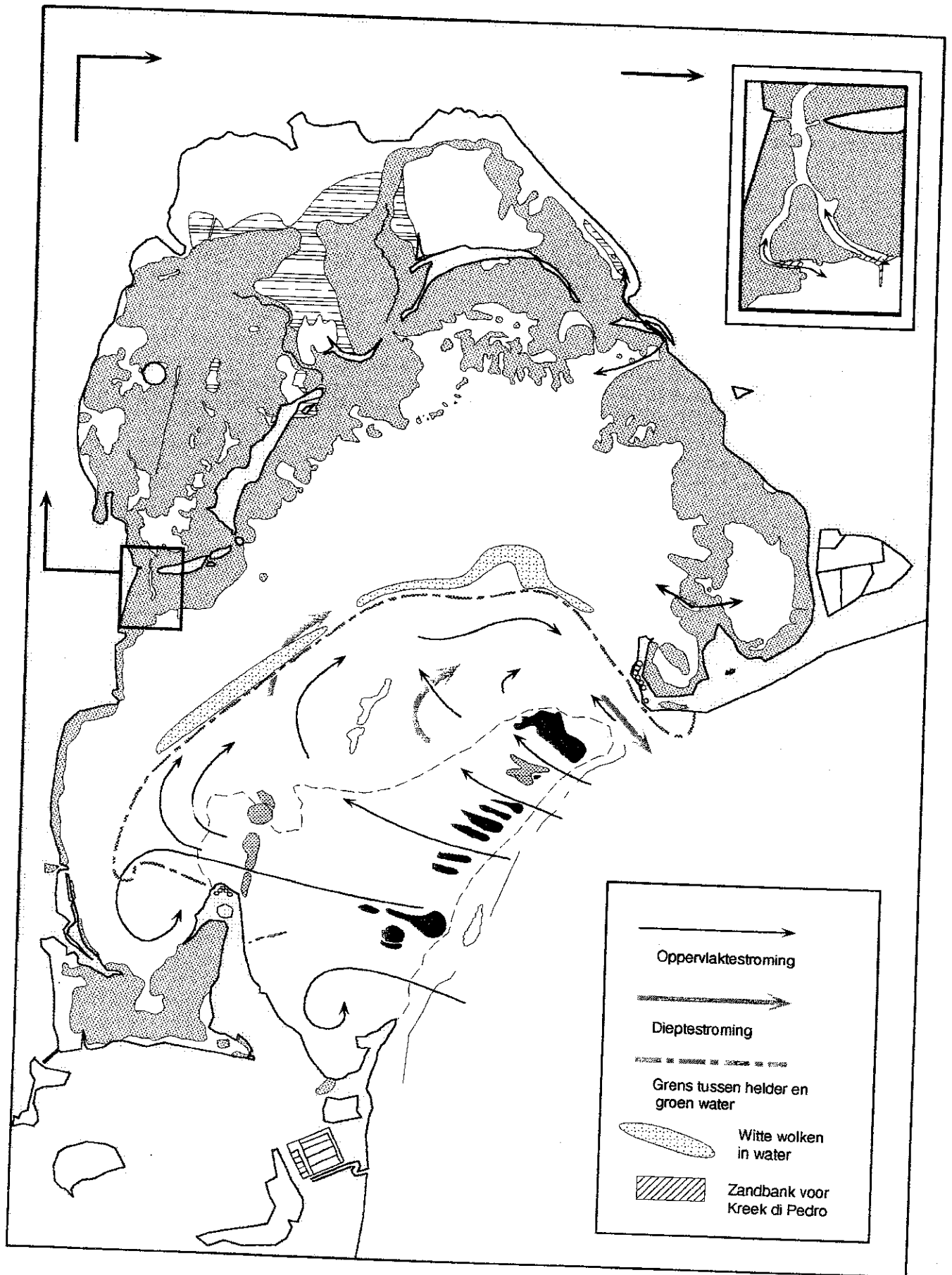


Fig. 12. Strooming en wateruitwisseling. Inzet: detail Kreek di Pedro zonder overhangende mangroven.

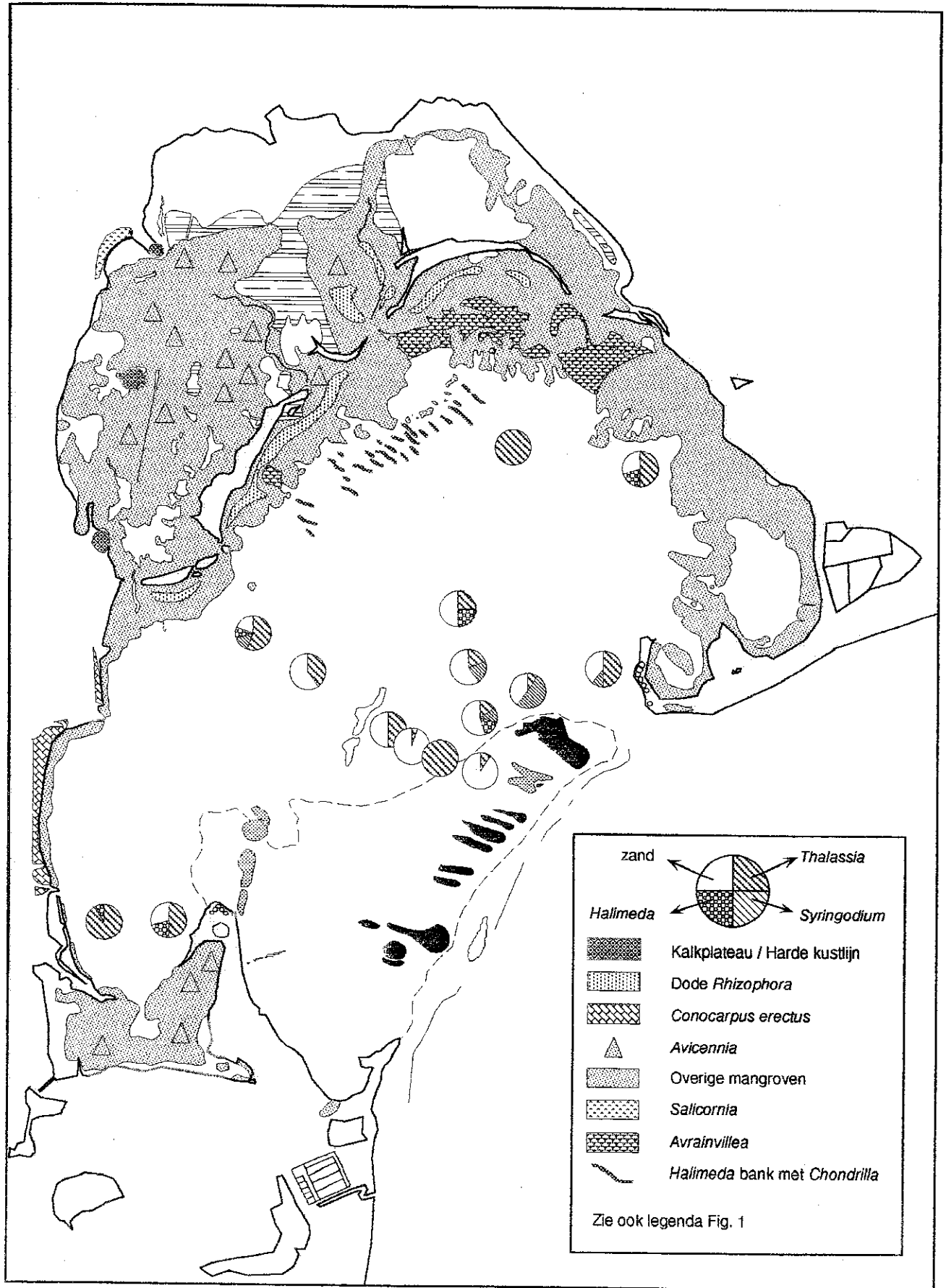


Fig. 13. Vegetaties

Appendices

M O S H O N

KONSEHO INSULAR DI BONAIRE DEN SU REUNION PUBLIKO DIA 27 YUNI 1989:

K O N S I D E R A N D O

- KU ADELANTO Y DESAROYO DI BONAIRE TA EKSIHI FUENTENAN DI REKREASHON Y DIBERTISHON PA SU HABITANTENAN;
- KU UN DI E SITIONAN ADEKUA I APROPIA PA PUEBLO DI BONAIRE POR USA PA SU DIBERTISHON I GOSA DI SU NATURALESA TA E PLAYA DI SOROBON;
- KU TA IMPORTANTE I IMPERATIVO PA RESTRINGI KONSTRUKSHON DI PROYECTONAN GRANDI NA E PLAYA DI SOROBON KU POR PERHUDIKA E PATRIMONIO NATURAL I ATRAKTIVO AKI DI BONAIRE;
- KU TA DESEABEL I NESESARIO PA KONSEHO INSULAR TUMA UN DESISHON FIRME I PERMANENTE PA EVITA KU E SITIO AKI POR PERDE SU BALOR I IMPORTANSHA KOMO LUGAR REKREASHONAL PA E KOMUNIDAT DI BONAIRE;

T A D I S I D I:

- PA PONE E PUNTONAN DI KONSIDERASHON Ariba menshona ku tur enfasis na konosimentu di kolegio ehekutivo di Bonaire;
- Di invita kolegio ehekutivo pa prepara un ordenansa (ley) den termino mas kortiko posibel pa konseho insular di Bonaire, den kwal ley mester keda regla ku e peninsula di Sorobon (Lac) lo wordu destina pa area publiko riba kwal por bini facilidatnan pa rekreashon teniendo kuenta ku e aspektonan ekologiko. Esaki por sosode despues ku e derecho di erfpacht ku na e momentunan aki ta establese riba e tereno eventualmente kaduka i keda anula;

I TA PASA PA ORDEN DI DIA.

ALDUS GEDAAN IN DE OPENBARE VERGADERING DD. 27 JUNI 1989.

DE VOORZITTER,

DE SECRETARIS,

Appendix 2. Basisgegevens getijmetingen

Punt	Dag maat		Peil boven laagste		Stroom uit / - / in	Stroom m/s	Temp °C
	92	Tijd	Peil	stand			
A							
2	10:15	-59	23				
	11:00	-58	24				
4	8:30	-69	13				
	11:00	-63	19				
	12:25	-61	21				
	18:30	-69	13				
5	8:00	-73	9				
	13:40	-64	18				
7	8:20	-77	5				
	9:30	-78	4				
8	15:15	-72	10				
9	15:00	-72	10				
12	8:15	-52	30				
	10:40	-65	17				
13	8:30	-49	33				
	13:30	-72	10				
14	6:40	-55	27				26,0
	8:37	-52	30				26,1
	9:08	-52	30				26,2
	10:05	-55	27				26,8
	10:55	-59	23	u			26,9
	12:15	-67	15	u			28,0
	13:40	-72	10	u			28,2
	17:37	-82	0	-	0,00		28,8
16	8:15	-62	20	i			
17	7:24	-70	12	u			
18	8:20	-74	8				
	14:30	-68	14				
19	8:10	-76	6				
26	13:00	-63	19	u			
B							
9	14:50	-60	10				
13	8:30	-33	37				
14	6:48	-42	28				26,2
	8:42	-39	31				26,2
	9:10	-35	35				26,4
	10:10	-39	31	u			26,8
	11:03	-44	26	u			27,0
	12:10	-51	19	u			27,5
	13:45	-57	13	u			27,8
	17:43	-70	0				27,3
26	13:10	-46	24	u			
C							
9	14:40	-18	1,5				
12	11:00	-16	3,5				29,0
13	8:30	-16	3,5				
14	6:52	-17	2,5				24,1
	8:46	-16,5	3				25,3
	9:16	-17	2,5				26,3
	10:15	-17	2,5				28,1
	11:08	-17	2,5				29,8
	12:22	-17	2,5				32,2
	14:00	-17	2,5				34,0
	17:48	-17	2,5				32,1
18	8:10	-19,5	0				24,6
26	13:20	-16	3,5				
D							
9	14:30	-27	0				
12	11:15	-8	19				27,3
13	8:20	-3	24				
14	6:59	-10	17				25,2
	9:24	-10	17				25,9
	10:22	-9	18				26,7
	11:15	-9	18				27,5
	12:30	-9,5	17,5				29,0
	14:10	-10	17				30,4
	17:52	-10,5	16,5				30,4
18	8:00	-17	10				25,5
26	13:25	-14	13				
E							
9	14:20	-21	0				
10	12:15	-16	5				31,1
13	8:10	-5	16	i			
14	7:20	-20	1				23,7
	8:30	-11	10				25,7
	8:55	-10	11				
	9:31	-9	12	i			27,1
	10:30	-10	11	u			28,9
	11:22	-12	9	u			30,5
	12:35	-14	7				32,4
	14:15	-15	6	u			33,8
	18:00	-18,5	2,5				30,1
26	13:30	-15	6	i			
F							
9	14:10	-30	6				
10	12:45	-30	6				32,1
12	11:30	-30	6				30,1
13	8:15	-31	5				
14	7:13	-31	5				23,7
	9:39	-31	5				26,7
	10:37	-31	5				29,1
	11:30	-31	5				30,4
F vervolg							
	12:40	-31	5				32,6
	14:25	-31	5				33,6
	18:00	-32	4				29,5
16	14:12						35,6
26	13:35	-36	0				
G							
9	13:50	-24	11				
11	8:30	-25	10				25,4
14	7:30	-27	8				24,6
	9:45	-27	8				28,9
	10:47	-27,5	7,5				32,2
	11:55	-27,5	7,5				35,5
	13:20	-27	8				38,3
	18:20	-27	8				32,5
26	13:50	-35	0				
H							
9	13:30	-28	0				
11	9:00	-11	17				26,3
	10:30	-13	15				
14	7:37	-19,5	8,5				25,5
	9:02	-16	12				26,2
	10:00	-14,5	13,5				27,1
	10:55	-13	15				27,9
	11:47	-13,5	14,5				28,7
	13:11	-15,5	12,5				30,1
	18:27	-28	0				29,8
26	14:00	-15	13				
I							
9	13:15	-31	0				
11	11:15	-16	15				27,2
14	7:40	-19,5	11,5				25,8
	9:07	-16,5	14,5				26,3
	10:03	-15	16				26,9
	10:59	-14,5	16,5				27,4
	11:35	-15	16				27,8
	13:06	-17	14				29,1
	18:31	-30	1				30,1
26	14:10	-16	15				
K							
3	8:00			i			
4	18:15	-12	8				
5	18:30	-12	8	u	0,17		
6	16:00	-4	16	u	0,05		
8	16:00	-13	7				
9	13:00	-16	4				
11	11:30	-6	14	u	0,33		27,1
14	7:48	5,5	25,5	i	0,25		26,3
	8:16	6	26				25,3
	9:10	6	26	i	0,25		25,5
	10:08	5	25	i	0,10		25,8
	11:05	1	21	u	0,20		25,9
	12:04	-3	17	u	0,50		27,2
	12:58	-6,5	13,5	u	0,50		27,8
	18:37	-20	0	u	0,20		29,1
19	8:15	-18	2	u			
	10:15	-19	1	u			
26	14:15	-6	14	u			
L							
9	12:45	-28	3				
14	7:53	-4	27				25,0
	9:18	-4,5	26,5				25,4
	10:15	-8	23				26,0
	11:11	-12	19				26,8
	12:08	-17	14				27,7
	18:42	-31	0				26,7
M							
9	12:30	-25	3				
14	7:59	-24,5	3,5				24,4
	9:23	-21,5	6,5				25,7
	10:21	-20	8				27,1
	11:16	-20,5	7,5				28,3
	12:15	-22	6				29,7
	18:48	-25	3				30,6
19	10:30	-28	0				27,9
N							
9	12:15	-40	0,5				
14	8:03	-35	5,5				24,5
	9:28	-32	8,5				25,9
	10:25	-34	6,5				27,6
	11:21	-36	4,5				28,7
	12:21	-37	3,5				30,1
	18:53	-40,5	0				29,1
26	14:35	-40	0,5				
O							
14	8:09	-11	26				24,9
	9:33	-12	25				25,7
	10:30	-14	23				26,5
	11:25	-19	18				27,4
	12:25	-24	13				28,5
	18:58	-37	0				28,5
17	9:24						26,1
26	14:40	-27	10				

Appendix 3. Naamlijst organismen waargenomen tijdens base-line study Lac Bonaire

Wetenschappelijke naam	Engelse naam	Papiamentu	Nederlandse naam
ALGAE	SEA WEEDS		ALGEN
Chlorophyta	Green algae		Groenwieren
<i>Acetabularia calyculus</i>			
<i>Acetabularia crenulata</i>			
<i>Avrainvillea nigricans</i>		Piteseli di laman	
<i>Avrainvillea rawsonii</i>			
<i>Batophora oerstedii</i>			
<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>cupressoides</i>			
<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>lycopodium</i>			
<i>Caulerpa mexicana</i>			
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>racemosa</i>			
<i>Caulerpa sertularioides</i> f. <i>tartowii</i>			
<i>Caulerpa sertularioides</i> f. <i>sertularioides</i>			
<i>Caulerpa verticillata</i>			
<i>Chaetomorpha spec.</i>			
<i>Cladocephalus luteofuscus</i>			
<i>Cladophora spec.</i>			
<i>Cladophoropsis macromeres</i> (?)			
<i>Codium intertextum</i>			
<i>Codium repens</i>			
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>			
<i>Emodesmis verticillata</i>			
<i>Halimeda incrassata</i>			
<i>Halimeda monile</i>			
<i>Halimeda opuntia</i>			
<i>Penicillus capitatus</i>			
<i>Penicillus dumetosus</i>			
<i>Penicillus pyriformis</i>			
<i>Udotea flabellum</i>			
<i>Udotea occidentalis</i>			
<i>Ulva lactuca</i>	Sea lettuce		
groenwier indet.			
microscopisch groenwier indet.			
Phaeophyta	Brown algae		Bruinwieren
<i>Dictyota ciliolata</i>			
<i>Dictyota dichotoma</i>			
cf. <i>Dictyota divaricata</i>			
<i>Dictyota sp.</i>			
<i>Hydroclathrus clathratus</i>			
<i>Padina sanctae-crucis</i>			
cf. <i>Sargassum platycarpum</i>			
<i>Styopodium zonale</i>			
Rhodophyta	Red algae		Roodwieren
<i>Acanthophora spicitera</i>			
cf. <i>Amphiroa fragilissima</i>			
cf. <i>Amphiroa rigida</i> var. <i>antillana</i>			
<i>Asparagopsis taxiformis</i>			
<i>Bostrychia tenella</i>			
<i>Ceramium sp.</i>			
cf. <i>Centroceras clavulatum</i>			
cf. <i>Champia parvula</i>			
<i>Chondria sp.</i>			
<i>Galaxaura subverticillata</i>			
cf. <i>Griffithsia sp.</i>			
<i>Hypnea cervicornis</i>			
cf. <i>Laurencia intricata</i>			
<i>Laurencia papillosa</i>			
<i>Laurencia poitei</i>			
<i>Laurencia sp.</i>			
<i>Neogoniolithon spectabile</i>			
<i>Neogoniolithon strictum</i>			
cf. <i>Peyssonnelia sp.</i>			
<i>Polysiphonia sp.</i> (<i>P. subtilissima</i> ?)			
<i>Spyridia filamentosa</i>			
<i>Wrangelia argus</i>			
(microscopisch) roodwier indet.			
korstvormig roodwier indet.			
CYANOPHYTA	Blue-green algae		Blauwwieren
<i>Schizothrix calcicola</i>			
<i>Entophysalis deusta</i>			

Appendix 3. Naamlijst organismen waargenomen tijdens base-line study Lac Bonaire

Wetenschappelijke naam	Engelse naam	Papiamentu	Nederlandse naam
ANGIOSPERMAE			BEDEKTZADIGEN / BLOEMPLANTEN
Cactaceae			
<i>Cereus repandus</i>	candle cactus	Kadushi	Zuïlcactus/Boomcactus
<i>Lemaireocereus griseus</i>	candle cactus	Datu	Zuïlcactus
<i>Melocactus</i>		Milon di seru	
<i>Opuntia wentiana</i>	Prickly pear	Tuna / Infrou	Spaanse juffer, Schijfcactus
Chenopodiaceae			Ganzevoetfam.
<i>Salicornia ambigua</i>	glasswort		zeekraai
Amaranthaceae			Amarantachtigen
<i>Lithophila muscoides</i>		Yerba di kusinchi	
Aizoaceae			Ijskruidfam.
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Seaside purslane/samphire	Banana di rif, Bembe di baka	
Batidaceae			
<i>Batis maritima</i>	Saltwort	Banana di rif	
Euphorbiaceae			Wolfsmelkfam.
<i>Hippomane mancinella</i>	Manchineel	Manzaliña	
Fabaceae			Vienderbloemenfam.
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Logwood	Brasil / Brasia	Stokvishout
Rhizophoraceae			Mangroven
<i>Rhizophora mangle</i>	Red mangrove	Mangel tan	Rode mangrove
Combretaceae			
<i>Conocarpus erecta</i>	Buttonwood, Grey mangrove	Manguel blanku, Romangel	Grijze mangel, Mangel
<i>Laguncularia racemosa</i>	White Mangrove	(Manguel blankcu)	
Tiliaceae			Lindefam.
<i>Corchorus hirsutus</i>			
Simaroubaceae			Hemelboomfam.
<i>Suriana maritima</i>	Bay cedar		
Convolvulaceae			Windefam.
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Beach morning glory / Sea vine		Strandliaan
Boraginaceae			Ruwbladigen
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	West Indian/Seaside lavender	Tabaku di piskadó	
Theophrastaceae			
<i>Jacquinia barbasco</i>	joewood	Mata di piscá, Palu huku	Steenhout, Stielgom
Verbenaceae			Ijzerhardfam.
<i>Avicennia germinans</i>	Black magrove, Saltpond tree	Manguel biancu	Witte mangrove
Burseraceae			
<i>Bursera simaruba</i>	Red saddle-tree	Palu di sia korá	
Rubiaceae			
<i>Erithalis fruticosa</i>	Black torch	Lumbra biancu	
<i>Randia aculeata</i>		Palu di lele	
Hydrocharitaceae			Waterkaardefam.
<i>Thalassia testudinum</i>	Turtle grass	Yerba di kania	
Potamogetonaceae			Fonteinkruidfam.
<i>Ruppia maritima</i>	Widgeon grass, Ditch grass		Snavel ruppia
Cymodoceaceae			
<i>Syringodium filiforme</i>	Manatee grass		
Cyperaceae			Cypergrassen
<i>Fimbristylus spathacea</i>	sedge		
Gramineae			Grassenfam.
<i>Sporobolus pyramidatus</i>			

Appendix 3. Naamlijst organismen waargenomen tijdens base-line study Lac Bonaire

Wetenschappelijke naam	Engelse naam	Papiamentu	Nederlandse naam
PORIFERA	SPONGES		SPONZEN
Demospongia			Hoornsponzen
<i>Aplysina fistularis</i>	Yellow tube sponge		
<i>Aplysina sp.</i>			
<i>Amphimedon compressa</i>	Red finger sponge		
<i>Chondrilla nucula</i>	Chicken-liver sponge		
<i>Sphaciospongia vesparia</i>	Common loggerhead sponge		
CNIDARIA			NETELDIEREN
Hydroidea	Hydroids / Sea firs		Hydroïdpollepen
<i>Abietinaria sp.</i>			
<i>Myrionema hargitti</i>			
<i>Millepora</i>	Fire coral		Brandkoraal
Scyphozoa	Jellyfish	Luna di awa	Kwallen
<i>Cassiopeia</i>	Upside-down jellyfish		Iagunenkwai
Anthozoa			Bloemdieren
Gorgonacea			Hoornkoralen
<i>Gorgonia sp.</i>	Sea fan	Wayá di awa	Waaierkoraal
<i>Eunicea sp.</i>	Sea rod		
Actiniaria	Sea anemones		Zeeanemonen
<i>Phymanthus crucifer</i>	Beaded anemone		
<i>Bunodosoma</i>	warty anemone		
<i>Condylactis gigantea</i>	Giant Caribbean anemone		
<i>Aiptasia pallida</i>	Pale anemone		
<i>Bartholomea annulata</i>	Ringed anemone		
<i>Bunodiopsis antillensis</i>	Stinging mangrove anemone		
<i>Stoichactis helianthus</i>	Sun anemone		
Scleractinia	Stony corals		Steenkoralen
<i>Acropora cervicornis</i>	Staghorn coral		Hertegeweikoraal
<i>Porites porites</i>	Thick finger coral		
<i>Porites astreoides</i>	Mustard hill coral		
<i>Porites branneri</i>	Blue crust coral		
<i>Favia fragum</i>	Golfball coral		
<i>Siderastrea radians</i>	Lesser starlet coral		
<i>Montastrea annularis</i>	Boulder star coral		
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	Depressed brain coral		
<i>Diploria strigosa</i>	Common brain coral		
<i>Agaricia agaricites</i>	Lettuce coral		
<i>Agaricia humilis</i>	Low-relief lettuce coral		
PLATYHELMINTES			zwart, pelagisch
...			
NEMERTINA	RIBBON WORMS		
ANNELIDA			RINGWORMEN
Polychaeta - Errantia			Borstelwormen - vrijlevend
Nereidae			zeeduizendpoot
<i>Typosyllis sp.</i>			
<i>Hermodyce</i>	Fire worm	Lisinbein di awa	
<i>Arenicola cristata</i>	Lugworm		wadpier
Polychaeta - Sedentaria			Borstelwormen - vastzittend
Spionidae			
<i>Sabella melanostigma</i>	Banded fanworm		
<i>Loimia medusa</i>	Medusa worm		
<i>Branchiomma nigromaculata</i>	Black-spotted fanworm		
Sabellidae sp.			
Sabellidae sp.			Bruine kokerworm
MOLLUSCA			WEEKDIEREN
Bivalvia		Paluli	Tweekleppigen
<i>Pinna carnea</i>	Flesh pen shell		steekmossel
<i>Pinctada radiata (fossiel)</i>	Atlantic / Scaly pearl oyster		
<i>Codakia orbicularis (dood)</i>	Atlantic tiger lucine		
<i>Laevicardium laevigatum</i>	Egg cockle		
<i>Periglypta listeri</i>	Lister's venus		
<i>Tagelus divisus</i>	Purplish tagelus		
<i>Tellina mera</i>	Mera tellin		
<i>Tellina caribaea</i>	Caribbean tellin		
<i>Chione sp.</i>	Chione		
Gastropoda		Kokolishi	Slakken
Opisthobranchia (Nudibranchia)	Sea slugs		Voorkieuwigen (zeenaaktstakken e.a)
<i>Tridachia crispata</i>	Lettuce sea slug		

Appendix 3. Naamlijst organismen waargenomen tijdens base-line study Lac Bonaire

Wetenschappelijke naam	Engelse naam	Papiamentu	Nederlandse naam
Prosobranchia			Achterkieuwigen
<i>Cerithidea costata</i>	Costate horn shell		
<i>Cerithium literatum</i>	Lettered horn shell		
<i>Cerithium variabile</i>	Variable horn shell		
<i>Cittarium pica (fossiel)</i>	Magpie shell / West Indian top shell	Kiwa	
<i>Epitonium sp.</i>	wentle trap		wenteltrap
<i>Littorina angulifera</i>	Mangroveperiwinkle		
<i>Melongena melongena</i>	West Indian crown conch		indianenscheip
<i>Natica? eikapsel</i>	sandcollar		
<i>Olivella minuta</i>	Minute dwarf olive		
<i>Strombus gigas</i>	Queen Pink conch	Karkó	
<i>Voluta musica</i>	Music volute		
Pulmonata			Longslakken
<i>Euthyneura</i>			
<i>Melampus coffeus</i>	Coffee-bean snail		
<i>Cerion uva</i>		Kokolishi di kalakuna	Bijenkorfje
<i>Tudora aurantia</i>			
Cephalopoda			Inktvissen
<i>Octopus vulgaris</i>	Common octopus		oktopus
<i>Sepioteuthis sepioidea</i>	Reef squid	sekat bulado	pijlnktvis
CRUSTACEA			KREEFTACHTIGEN
Cirripedia	barnacles		zeepokken
<i>Chtalamus angustitergum</i>	Mangrove star barnacle		
Isopoda			Pissebedden
Amphipoda			Vlokkreeftjes
Gammaridea			
<i>Ampithoe sp.</i>			
Caprellidae			Spookkreeftjes
Stomatopoda			Bidsprinkhaankreeften
	mantis shrimp		bidsprinkhaankreeft
Decapoda			Garnalen
Natantia-Caridea			kappersgarnaal
<i>Stenopus hispidus</i>	Banded coral shrimp		Pistoolgarnaal
<i>Alpheus armatus</i>	Red snapping shrimp		Buldozergarnaal
<i>Alpheus sp.</i>	snapping shrimp		
<i>Processa sp.</i>			
Reptantia-Macrura			langoest
<i>Panulirus argus</i>	Caribbean spiny lobster	Kref	
Reptantia-Anomura			
<i>Paguristes sp.</i>			
<i>Petrochirus diogenes</i>	Red hermit crab		heremietkrab
<i>Coenobita clypeatus</i>	land hermit crab	Soldachi	landheremietkrab
Reptantia-Brachyura	Crabs		Krabben
...			landkrab
...	mangrove crab		mangrovekrab
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	Arrow crab		
<i>Percnon gibbesi</i>	Urchin crab		
<i>Callinectes sp.</i>	Blue crab	Panicrak	Blaauwe zwemkrab
<i>Microphrys bicornutus</i>	Spotted decorator crab		spinkrab
CHELICERATA			
Insecta			
Odonata			libellen
Corixidae			duikerwants
...			waterkever elytra met gaten
...			waterkever elytra glad
<i>Trochopus plumbeus</i>			schaatsenrijder
BRYOZOA	SEA MATS		MOSDIERTJES
ECHINODERMATA			STEKELHUIDIGEN
Asteroidea			Zeesterren
<i>Oreaster reticulatus</i>	Cushion sea star		kussen zeester
Echinoidea	Sea urchins	Seapel	Zeeëgels
<i>Diadema philippi</i>	Long-spined black urchin	Seapel pretu	Zwarte zeeëgel
<i>Tripneustes esculentus</i>	West Indian sea egg	Seapel blanku	
<i>Meoma ventricosa</i>	Sea pussy		
<i>Clypeaster subdepressus (?)</i>	Flat sea biscuit		
<i>Echinometra lucunter</i>	Red rock urchin		
<i>Lytechinus variegatus</i>	Variable urchin		
Holothuroidea	Seacucumbers	Lolo di awa	Zeekomkommers
<i>Holothuria mexicana</i>	Donkey dung sea cucumber		
<i>Holothuria arenicola</i>	Burrowing sea cucumber		
Ophiuroidea	Brittle stars		Slangsterren
CHORDATA			CHORDADIEREN
Ascidiacea			Zakpijpen
<i>Botryllus planus</i>			sterretje
Cephalochordata			
<i>Asymmetron lucayanum</i>	Amphioxus		Lancetvisje

Appendix 3. Naamlijst organismen waargenomen tijdens base-line study Lac Bonaire

Wetenschappelijke naam	Engelse naam	Papiamentu	Nederlandse naam
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Nurse shark	Tribon inocente	Kraakbeenvissen
<i>Dasyatis americana</i>	Southern stingray	Chuchu rok	Verpleegsterhaai
Teleostomi	Bony fishes	piska	Stekelrog
<i>Albula vulpes</i>	Bonfish	Hermanchi	Beenvissen
<i>Gymnothorax moringa</i>	Spotted moray	Kolebra bobo	Gevlekte murene
<i>Gymnothorax funebris</i>	Green moray	Kolebra berde	Groene murene
<i>Ophichthidae?</i>	Snake eel?		
<i>Cyprinodon dearborni</i>	Broad killifish	Barigonchi	tandkarper
<i>Rivulus marmoratus</i>	Marmored killifish		
<i>Poecilia sphenops</i>	Molly	Machuri	
<i>Atherinomorus stipes(?)</i>	Hardhead silverside	Piskechi	koornaarvisje
	Halfbeak?	Boca largu	
	Needlefish?	Guepie	
	Trumpetfish	Tròmpèt	Trompetvis
	... pipefish gevangen door Alex Ploeg		zeenaald
<i>Adioryx coruscus</i>	Reef squirrelfish		eekhoornvis
<i>Adioryx vexillarius</i>	Dusky squirrelfish		eekhoornvis
<i>Holocentrus ascensionis</i>	Longjaw squirrelfish	Kandelchi / Kora di Spada	eekhoornvis
<i>Holocentrus rufus</i>	Squirrelfish	Kandelch'i spada	
<i>Myripristis jacobus</i>	Blackbar soldierfish	Wow'i boyo	soldatenvis
<i>Mycteroperca rubra</i>	Comb grouper		
<i>Serranus baldwini</i>	Lantern bass		
<i>Serranus tigrinus</i>	Harlequin bass	Piska 'i spons	
<i>Apogon maculatus</i>	Flamefish		
<i>Caranx ruber</i>	Bar jack	Yaru	
<i>Caranx fusus</i>	Blue runner	Yaru	
<i>Caranx latus</i>	Horse-eye jack	Korkobá blanku	
<i>Lutjanus apodus</i>	Schoolmaster	Bers	
<i>Lutjanus mahogoni</i>	Mahogany snapper	Kalala	
<i>Lutjanus griseus</i>	Grey / Mangrove snapper	Karafitu	
<i>Lutjanus analis</i>	Mutton snapper	Carpitan	
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Yellowtail snapper	Grastéchi 'i piedra	
<i>Eucinostomus havana</i>	Bigeye mojarra		
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	Mottled mojarra		
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Spotfin mojarra	Cabicuchi	
<i>Gerres cinereus</i>	Yellowfin mojarra	Bersla / Cabicuchi	
<i>Eugerres plumieri</i>	Striped mojarra		
<i>Haemulon flavolineatum</i>	French grunt	Robèki	
<i>Haemulon chrysargyreum</i>	Smallmouth grunt	Traki traki	
<i>Haemulon melanurum</i>	Cotton wick		
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	Yellow goatfish	Barbi	barbeel
<i>Pseudopenaeus maculatus</i>	Spotted goatfish	Barbi shouru	barbeel
<i>Pempheris schomburgki</i>	Glassy sweeper	Babalochi	
<i>Chaetodon striatus</i>	Banded butterflyfish	Makamba marinir	Gestreepte koraalvlinder
<i>Chaetodon capistratus</i>	Foureye butterflyfish	Makamba kulu berdè	Vieroogkoraalvlinder
<i>Pomacanthus paru</i>	French angel (juv.)	Sheu	Zwarte keizersvis
<i>Microspatodon chrysurus</i>	Yellowtail damselfish	Rey pandu	Juweelvis
<i>Eupomacentrus partitus</i>	Bicolor damsel	Ladronchi	
<i>Eupomacentrus leucostictus</i>	Beaugregory	Ladronchi	
<i>Abudefduf saxatilis</i>	Sergeant major	Katabòli	Sergeant majoervis
<i>Abudefduf taurus</i>	Night sergeant		
<i>Halichoeres radiatus</i>	Pudding wife	Pepchi berdè	lipvis
<i>Halichoeres garnoti</i>	Yellowhead wrasse	Pepchi pinta	lipvis
<i>Halichoeres pictus</i>	Rainbow wrasse		lipvis
<i>Halichoeres poeyi</i>	Blackear wrasse		lipvis
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	Bluehead	Pepchi blou	Blauwkop lipvis
<i>Scarus guacamaia</i>	Rainbow parrotfish		Regenboog papegaaivis
<i>Scarus vetula</i>	Queen parrotfish	Gutu berde	papegaaivis
<i>Scarus taeniopterus</i>	Princess parrotfish		papegaaivis
<i>Sparisoma viride</i>	Stoplight parrotfish	Gutu promente / G. rab'i gai	papegaaivis
<i>Sparisoma rubripinne</i>	Yellowtail parrotfish		papegaaivis
<i>Sparisoma radians</i>	Bucktooth parrotfish		papegaaivis
<i>Mugil curema</i>	White mullet	Aidu	harder
<i>Sphyaena barracuda</i>	Barracuda	Piku	Barrakuda
<i>Ophioblennius atlanticus</i>	Redlip blenny	Pega pega	slijmvis
<i>Nes longus</i>	Orangespotted goby		grondel
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	Bridled goby		grondel
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	Crested goby	Brant	grondel
<i>Bothus lunatus</i>	Peacock flounder	Sobrá 'i Dios	
<i>Balistes vetula</i>	Queen triggerfish	Pishiporko rab 'i gai	trekkervis
<i>Acanthurus chirurgus</i>	Doctorfish	Kleinfeshi blanku	doktersvis
<i>Acanthurus coeruleus</i>	Blue tang	Kleinfeshi blou	doktersvis
<i>Acanthurus bahianus</i>	Ocean surgeon	Kleinfeshi pretu	doktersvis
<i>Lactophrys triquetar</i>	Smooth trunkfish	Ka'i morto	koffervis
<i>Lactophrys bicaudalis</i>	Spotted trunkfish	Chapin	koffervis
<i>Lactophrys trigonus</i>	Buffalo trunkfish		koffervis
<i>Sphoeroides spengleri</i>	Bandtail puffer	Blas largu	ballonvis
<i>Diodon hystrix</i>	Porcupine fish	Djindja	egelvis

Appendix 3. Naamlijst organismen waargenomen tijdens base-line study Lac Bonaire

Wetenschappelijke naam	Engelse naam	Papiamentu	Nederlandse naam
Sauria	Lizards	Lagadishi	Hagedissen
<i>Cnemidophorus murinus</i>	Whiptail lizard	Blausana	hagedis
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Yuana	Leguaan
<i>Anolis bonairensis</i>			
Aves	Birds	para	Vogels
<i>Sula leucogaster</i>	Brown booby	Bubi	Bruine boebie
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Brown pelican	Pelicano / Ganshi	Bruine pelikaan
<i>Fregata magnificens</i>	Magnificent frigatebird	Macuacu	Amerikaanse fregatvogel
<i>Nyctanassa violacea</i>	Yellow-crowned night heron	Krabechi	Geelkruinnachtreiger
<i>Butorides striatus</i>	Striated / Green heron	Galiña di awa / Caw-caw	Groene reiger
<i>Egretta caerulea</i>	Little blue heron		Kleine blauwe reiger
<i>Egretta tricolor</i>	Tricolored heron	Garabet	Witbuikreiger
<i>Egretta rufescens</i>	Reddish egret		Roodbruine reiger
<i>Egretta thula</i>	Snowy egret	Garza blanca	Amerikaanse kleine zilverreiger
<i>Egretta alba</i>	Great white egret	Garza blanca	Grote zilverreiger
<i>Ardea herodias</i>	Great blue heron		Amerikaanse blauwe reiger
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Greater flamingo		Grote of Caraïbische flamingo
Anatidae	Ducks	Patu	Eenden
<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	Gabilan di laman	Visarend
<i>Falco columbarius</i>	Merlin		Smelleken
<i>Haematopus palliatus</i>	American oystercatcher	Kibra kokolishi / Shon Piet	Amerikaanse scholekster
<i>Himantopus himantopus</i>	Black-winged stilt	Macamba / Redado / Caweta di patu	Steltkluut
<i>Calidris pusilla</i>	Semipalmated sandpiper	Snepi	Kleine grijze strandloper
<i>Numenius phaeopus</i>	Whimbrel		Regenwulp
<i>Tringa flavipes</i>	Lesser Yellowlegs	Snepi	Kleine geelpootruiter
<i>Arenaria interpres</i>	Ruddy turnstone	Verfdo di boto	Steenloper
<i>Columba corensis</i>	Bare-eyed pigeon	Aia blanca / Paloma di mondi	Naaktoogduif
<i>Columbigallina passerina</i>	Common ground dove	Totolica	Musduifje
<i>Larus atricilla</i>	Laughing gull	Cahela	Lachmeeuw
<i>Sterna maxima</i>	Royal tern	Bubi chiquitu	Koningsstern
<i>Aratinga pertinax</i>	Caribbean parakeet	Prikichi	West-Indische Parkiet
<i>Caprimulgus cayennensis</i>	White-tailed Nightjar	Palubrua	Witstaartnachtzwaluw
Hirundinidae	Swallows and Martins		Zwaluwen
<i>Mimus gilvus</i>	Tropical mockingbird	Chuchubi	Caraïbische spotlijster
<i>Dendroica petechia</i>	Yellow warbler	Para di misa	Gele zanger



Foto 1 Overzicht Lac in noordwestelijke richting



Foto 2 Overzicht Lac in westelijke richting



Foto 3 Puito en Cai in westelijke richting



Foto 4 Cai, opname pseudoverticaal

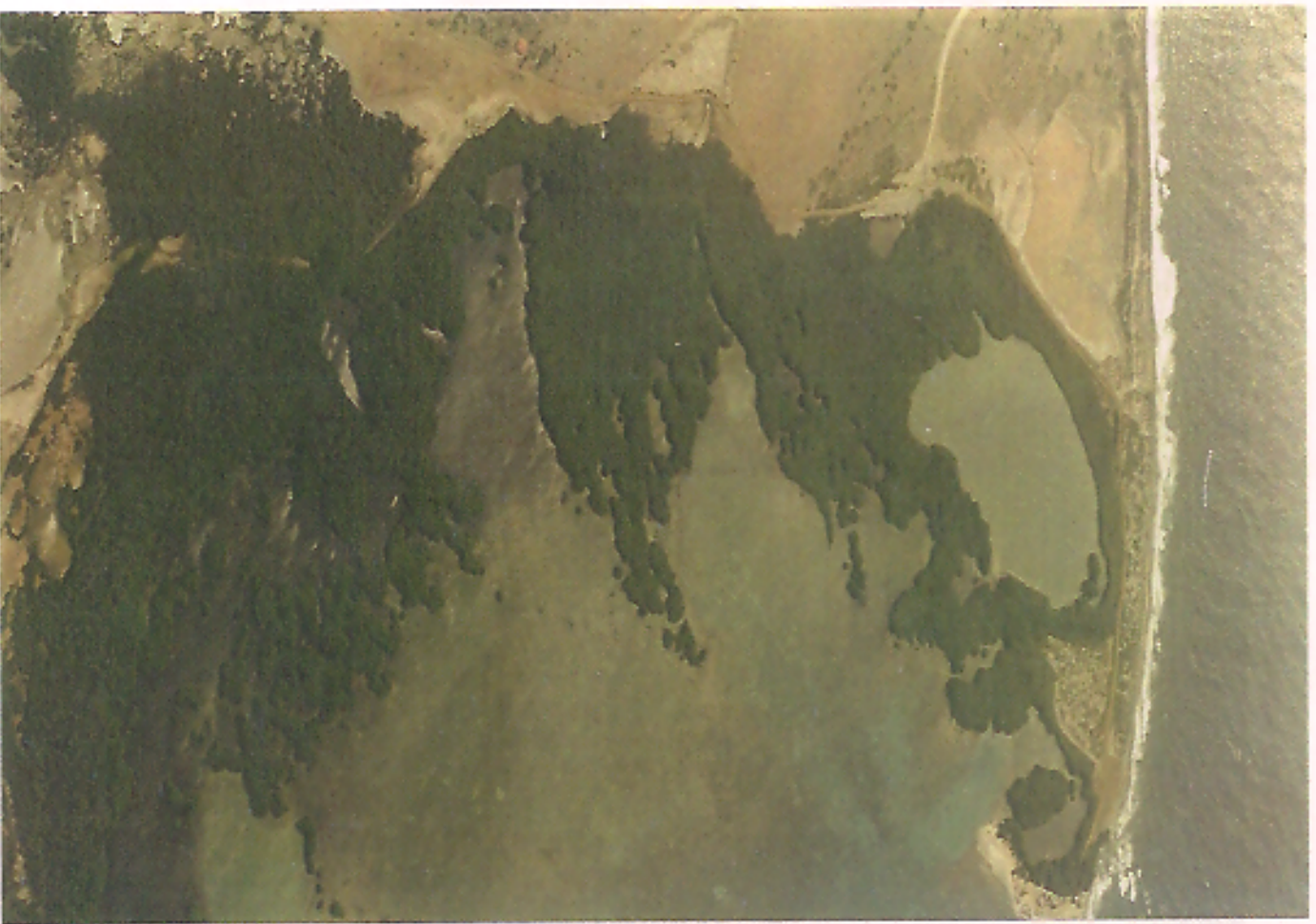


Foto 5 Overzicht noordoostelijk deel Lac in zuidoostelijke richting



Foto 6 Boca di Cocco (voorgrond bewoning) in zuidelijke richting

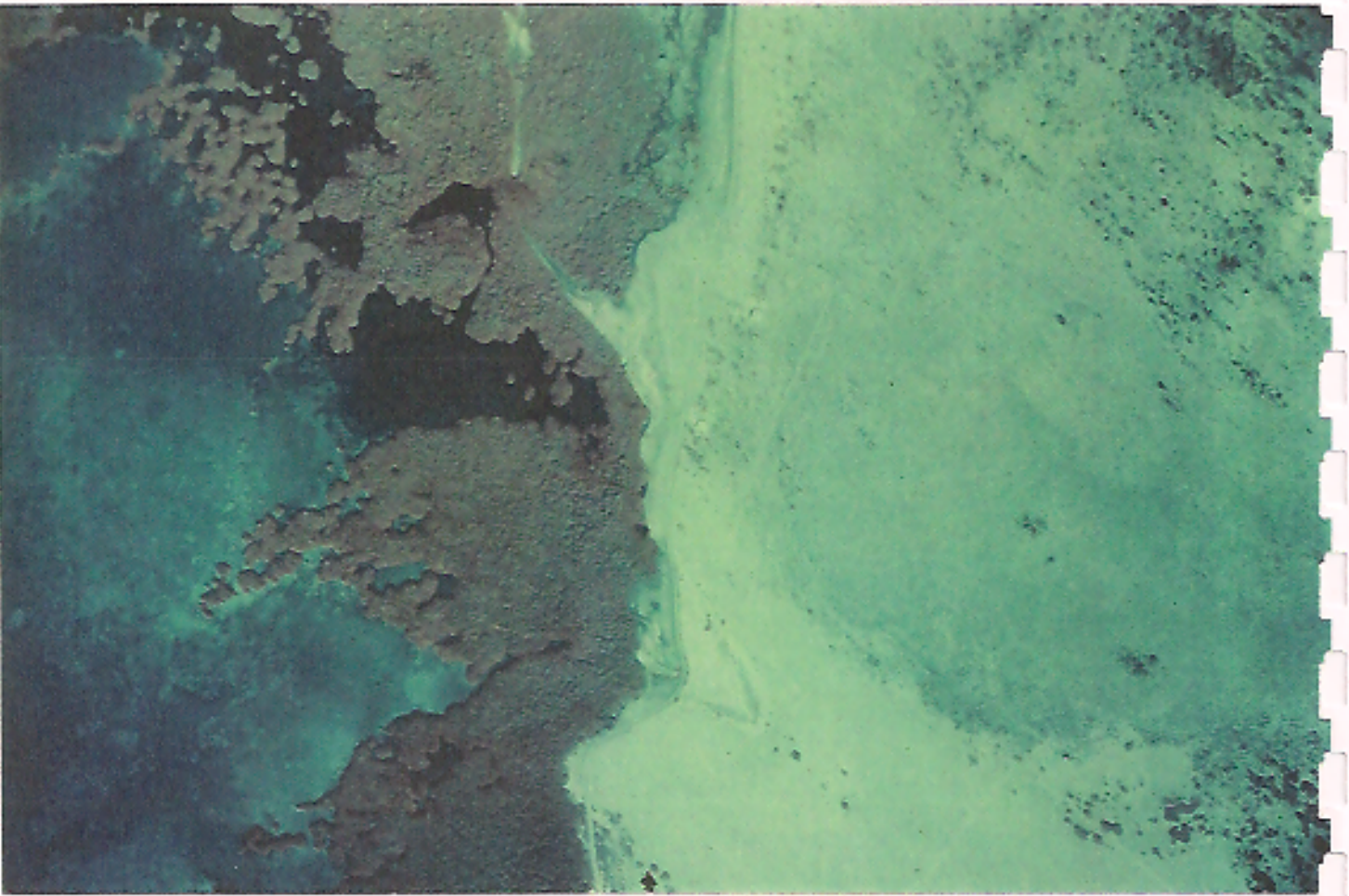


Foto 7 Boca Fogon, Boca di Cocco en Boca di Pos, vert. false-color opname



Foto 8 Overzicht noordwestelijk deel Lac in noordoostelijke richting

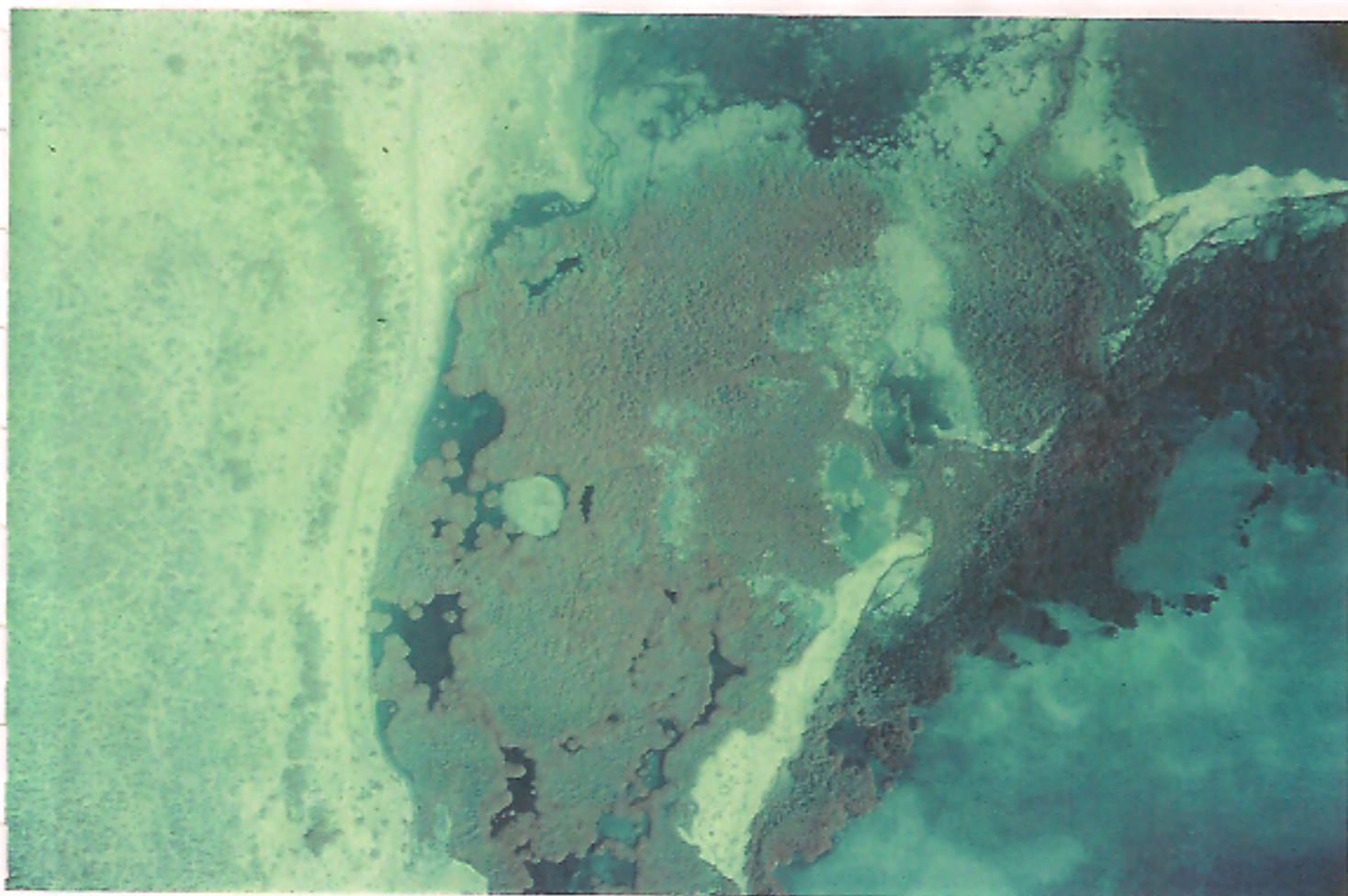


Foto 9 Overzicht noordwestelijk deel Lac, verticale false-color opname



Foto 10 Isla di Chico en Awa Lodo di Chico in zuidelijke richting, false-color opname



Foto 11 Isla di Chico in zuidelijke richting, met flamingo's in het Awa Lodo di Chico



Foto 12 Vlnr: Isla di Chico, Isla Fogon en Isla Rancho in zuidelijke richting

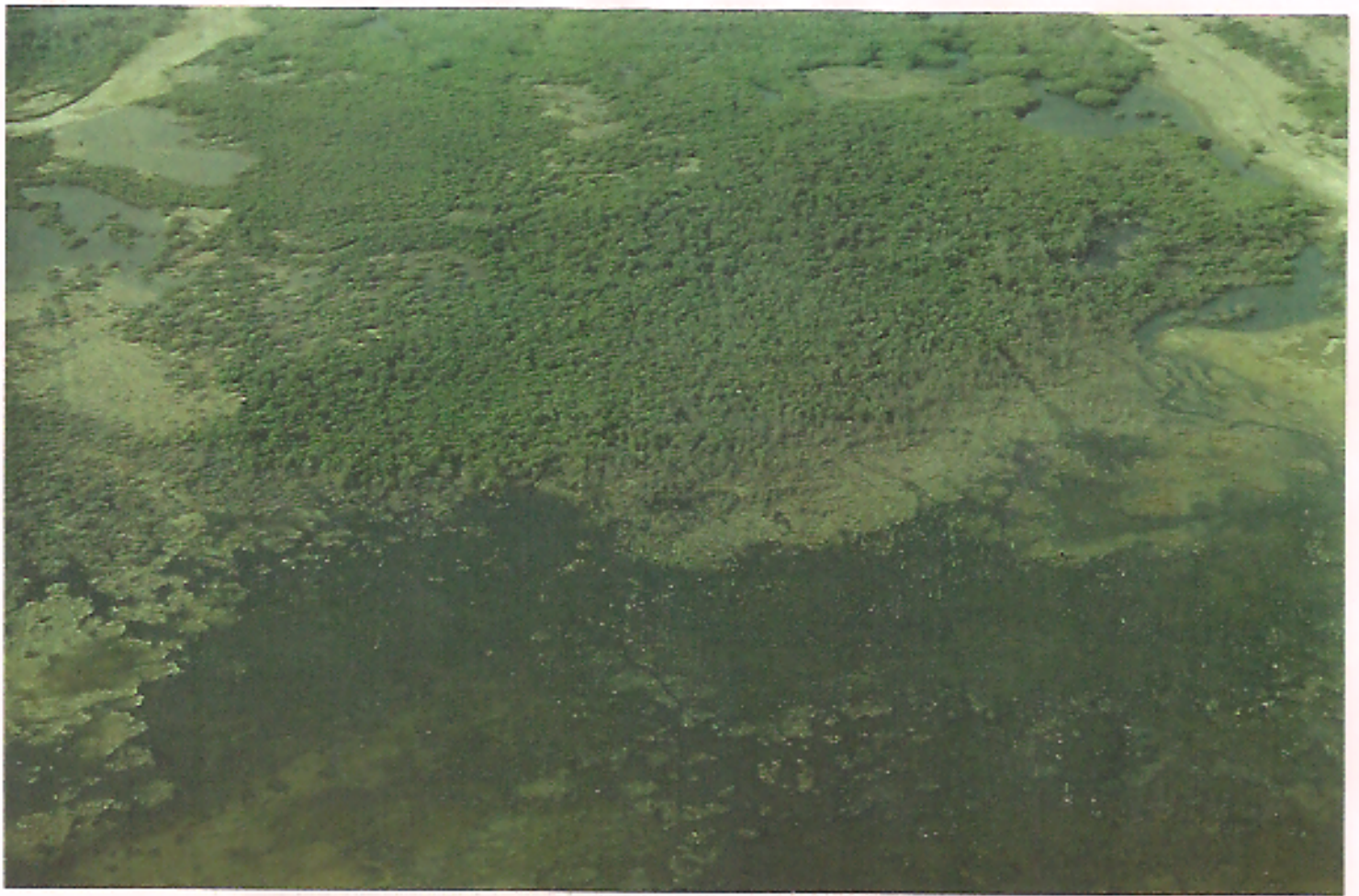


Foto 13 Isla Rancho (links) tot Punta Wanapa (rechts) in zuid-zuidwestelijke richting



Foto 14 Isla Rancho en Isla di Pedro in zuid-zuidwestelijke richting met op voorgrond kreekrestant



Foto 15 Boca Fegon in zuidwestelijke richting



Foto 16 noordelijk deel van Isla Rancho in noordwestelijke richting, false-color opname



Foto 17 Kreek di Pedro, Isla Rancho en Isla Yuwana in noordwestelijke richting

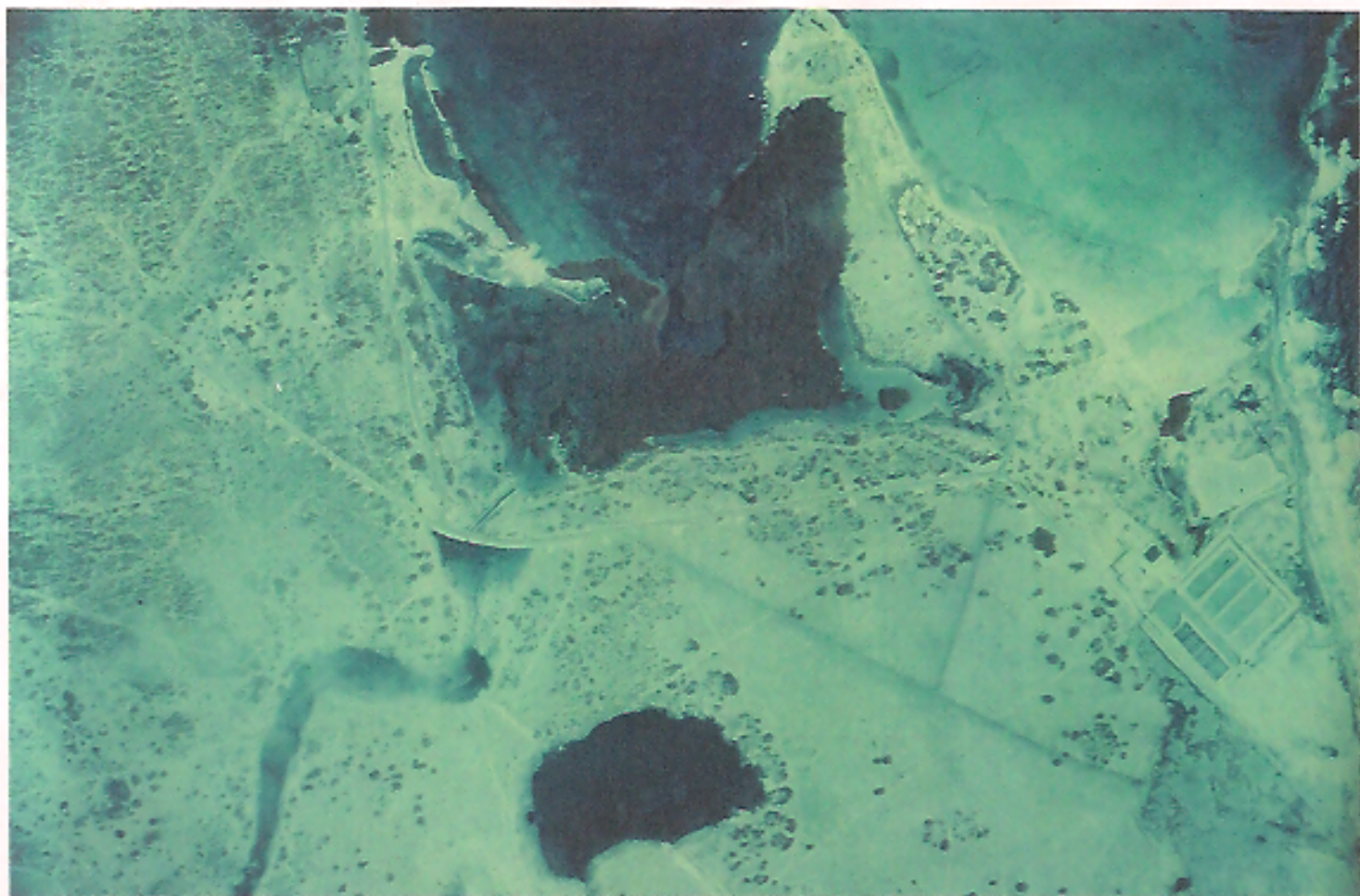


Foto 18 Overzicht zuidelijk deel Lac, verticale false-color opname



Foto 19 Overzicht zuidwestelijk deel Lac in west-zuidwestelijke richting



Foto 20 Sorobon in noordelijke richting

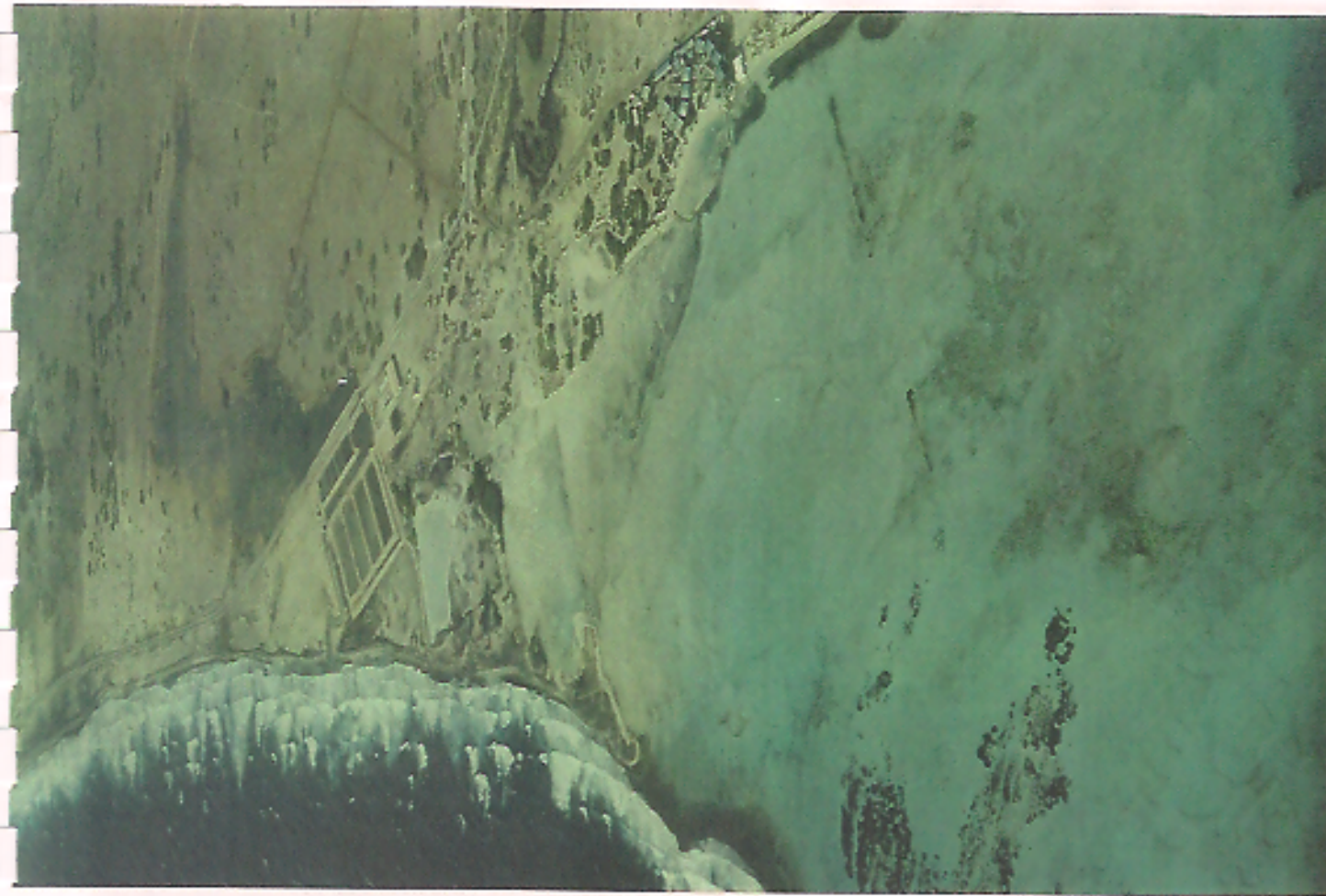


Foto 21 Overzicht zuidoostelijk deel Lac en Marcultura in zzw richting

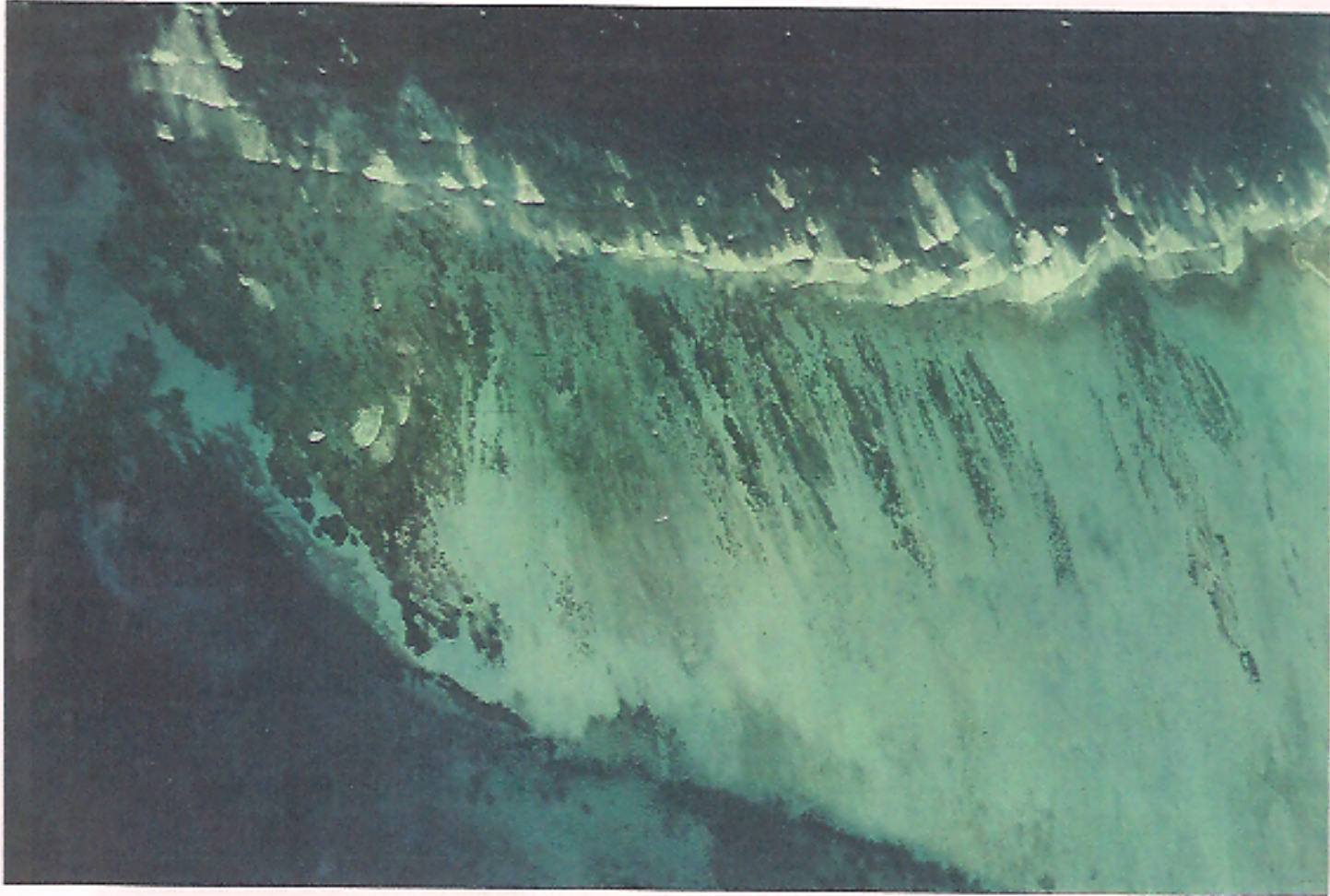


Foto 22 Awa blanku, pseudoverticaal

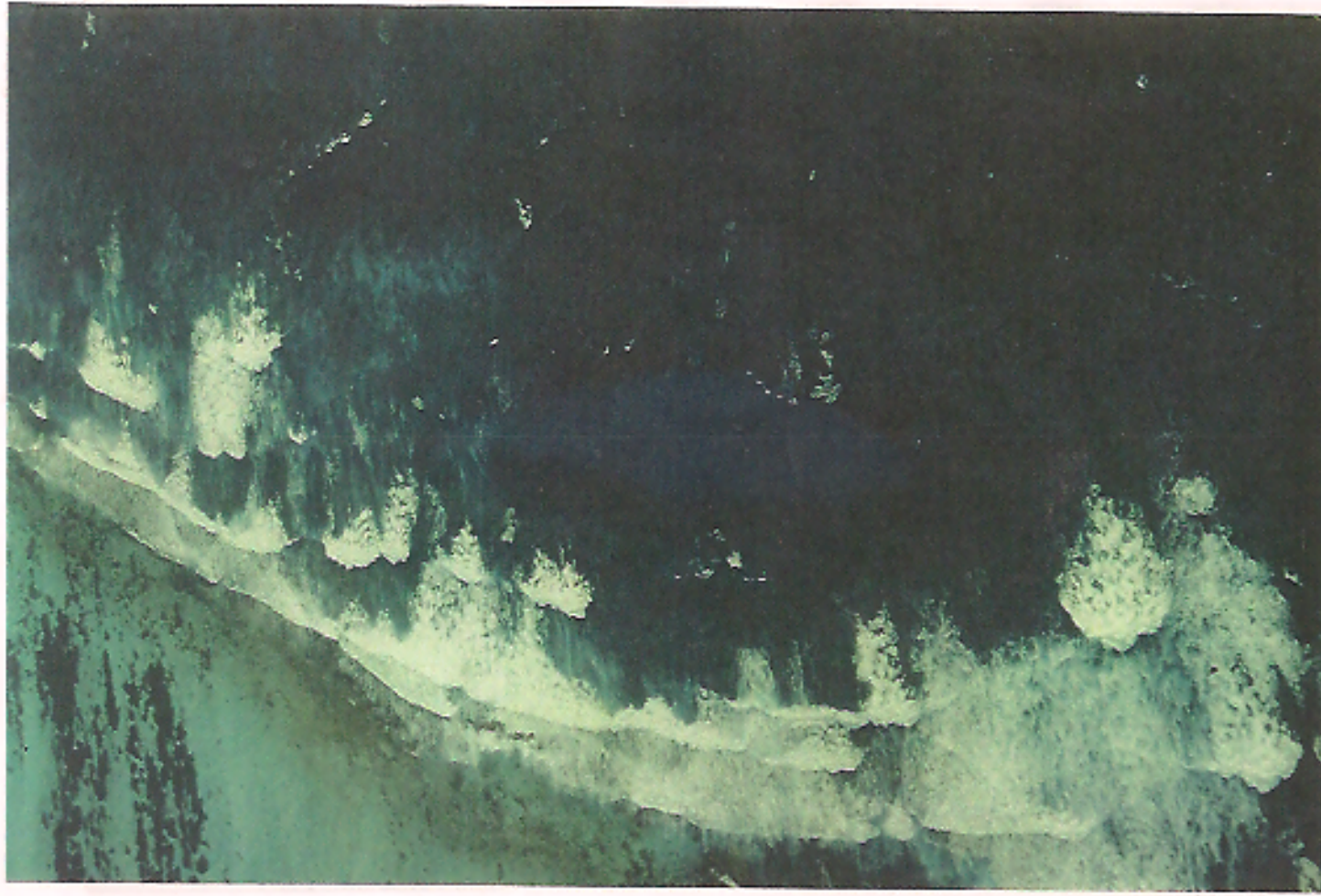


Foto 23 White hole, pseudoverticaal

Appendix 4. Luchtfoto's Lac, 6 maart 1992

#	film	opn.	neg./diapr.	beschrijving	opname richting	false color	opname formaat
1	3	11	n	Overzicht Lac	nw		liggend
2	3	8	n	Overzicht Lac	w		liggend
3	4	11	p	Puito en Cai	w		liggend
4	4	12	p	Cai	~ vert.		liggend
5	3	16	n	Overzicht noordoostelijk deel Lac	zo		staand
6	4	7	p	Boca di Coco (voorgond: bewoning)	z		staand
7	13	3	p	Boca Fogon, Boca di Coco en Boca di Pos	vert.	x	staand
8	7	20	p	Overzicht noordwestelijk deel Lac	no		staand
9	13	9	p	Overzicht noordwestelijk deel Lac	vert.	x	liggend
10	12	4	p	Isla di Chico en Awa Lodo di Chico	z	x	liggend
11	4	6	p	Isla di Chico	z		liggend
12	4	5	p	Isla di Chico - Isla Rancho	z		liggend
13	4	4	p	Isla Rancho - Pta Wanapa	zzw		liggend
14	2	29	n	kreekrestant ten n. van Isla Rancho	zzw		liggend
15	4	27	p	Boca Fogon	zw		staand
16	12	27	p	noordelijk deel van Isla Rancho	nw	x	liggend
17	4	24	p	Kreek di Pedro, Isla Rancho en Isla Yuwana	nw		liggend
18	13	11	p	Overzicht zuidelijk deel Lac	vert.	x	liggend
19	4	25	p	Overzicht zuidwestelijk deel Lac	wzw		liggend
20	4	31	p	Sorobon	n		staand
21	4	19	p	Overzicht zuidoostelijk deel Lac en Marcultura	zzw		staand
22	4	15	p	Awa blanku	~ vert.		staand
23	4	30	p	White hole	~ vert.		staand