

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT  
 WASHINGTON, D. C. 20523  
**BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET**

FOR AID USE ONLY

Batch 52

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY	TEMPORARY
	B. SECONDARY	

2. TITLE AND SUBTITLE  
 Metodologia de prediccion para procesos adecuados de agua y agua de desperdicio

3. AUTHOR(S)  
 Reid,G.W.; Discenza,Richard

4. DOCUMENT DATE 1975	5. NUMBER OF PAGES 90p.	6. ARC NUMBER ARC
--------------------------	----------------------------	----------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS  
 Okla.

8. SUPPLEMENTARY NOTES (Sponsoring Organization, Publishers, Availability)  
 (In English and Spanish. English,80p.,PN-AAB-419)

9. ABSTRACT (ENGINEERING--HYDRAULICS R&D)

Urban and industrial growth in developing countries has increased the demand for water and the related need for more information on water and sewage treatment. This project, conducted by the University of Oklahoma, focuses on that need by developing a global network of adaptive and innovative technologies based on economic, social, political and cultural factors. A series of detailed reports have been produced that are designed to assist planners in their selection of suitable water and wastewater treatment processes appropriate to the material and manpower resource capabilities of particular countries at particular times.

"Prediction Methodology for Suitable Water and Wastewater Processes,"  
 George W. Reid and Richard Discenza.  
 PN-AAB-491 English  
 PN-AAD-291 Spanish

"Prediction Methodology for Suitable Water and Wastewater Processes. Supplement I: Manual Computation Methods," George W. Reid and Richard Discenza.  
 PN-AAD-292

10. CONTROL NUMBER PN-AAD-291	11. PRICE OF DOCUMENT
12. DESCRIPTORS	13. PROJECT NUMBER
	14. CONTRACT NUMBER AID/CM/ta-C-73-13 Res.
	15. TYPE OF DOCUMENT

**"Prediction Methodology for Suitable Water and Wastewater Processes. Supplement II: Computer Program," George W. Reid and Richard Discenza.  
PN-AAD-293**

**"Data Requirement," University of Oklahoma Bureau of Water and Environmental Resources Research.  
PN-AAD-295**

**"A Mathematical Model for Predicting Water Demand, Wastewater Disposal and Cost of Water and Wastewater Treatment Systems in Developing Countries," George W. Reid and Michael I. Muiga.  
PN-AAD-294**

**"Treatment Methods for Water Supplies in Rural Areas of Developing Countries," Ir. L. Huisman.  
PN-AAD-284  
PN-AAD-285**

**"Sewage Treatment in Developing Countries," L.W. Canter and J.F. Malina.  
PN-AAD-286**

**"Contributions to a Mail Survey on Practical Solutions in Drinking Water Supply and Wastes Disposal for Developing Countries," International Reference Centre for Community Water Supplies, The Hague.  
PN-AAD-287**

**"A Catalog of Water Supply and Waste Disposal Methods for Individual Units," George W. Reid.  
PN-AAD-283**

**"Historic Implication for Developing Countries of Developed Countries' Water and Wastewater Technology," George W. Reid and Kay Coffey.  
PN-AAD-288**

**"Evaluation of Lower Cost Methods of Water Treatment in Latin America," Odyer A. Sperandio and Jose Perez C.  
PN-AAD-289**

**"Socio-Economic Conditions which Pertain to Cost of Construction and Operation of Water and Sewage Treatment Facilities and Quality of Water Consumption in Kenya," Erasto Muga.  
PN-AAD-290**

**"A Water Sterilization Study in the Philippines," Reynaldo M. Lesaca.  
PN-AAD-282**

**"The Study of Microbial Treatment of Nightsoil," Taiwan Institute of Environmental Sanitation.  
PN-AAD-281**

**"Study of an Existing Water Treatment Plant on Simple Design and Operating System for Supplying Drinking Water to Rural Communities in the Lower Mekong Basin Countries," Thailand Ministry of Public Health, Department of Health, Rural Water Supply Division.**  
**PN-AAD-280**

AID/CM/ta-C-73-13 Res.  
PN-AAD-291 / GEORGE REID

**METODOLOGIA DE PREDICCIÓN PARA PROCESOS ADECUADOS DE AGUA Y**

**AGUA DE DESPERDICIO**

George W. Reid, Director de el Proyecto  
Profesor Regente y Director  
Buro de Investigación de Recursos Hidráulicos y Ambientales  
La Universidad de Oklahoma  
Norman, Oklahoma 73069

y

Richard Discenza  
Profesor Asistente de Administración  
La Universidad de Maine en Orono  
Orono, Maine 04473

La Universidad de Oklahoma  
La Oficina Administradora de Investigación  
Avenida Asp 1000, Despacho 314  
Norman, Oklahoma 73069

Octubre 1975

Traducida por:  
Henry Van  
Asistente de Investigación  
B.I.R.H.A.  
La Universidad de Oklahoma

METODOLOGIA DE PREDICCIÓN PARA PROCESOS ADECUADOS DE AGUA Y

AGUA DE DESPERDICIO

George W. Reid, Director de el Proyecto  
Profesor Regente y Director  
Burb de Investigación de Recursos Hidráulicos y Ambientales  
La Universidad de Oklahoma  
Norman, Oklahoma 73069

y

Richard Discenza  
Profesor Asistente de Administración  
La Universidad de Maine en Orono  
Orono, Maine 04473

La Universidad de Oklahoma  
La Oficina Administradora de Investigación  
Avenida Asp 1000, Despacho 314  
Norman, Oklahoma 73069

Octubre 1975

Traducida por:  
Henry Van  
Asistente de Investigación  
B.I.R.H.A.  
La Universidad de Oklahoma

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION .....	1
METODOLOGIA .....	5
UNA PRUEBA DE EL MODELO .....	36
 APENDICES:	
A. Descripción de las Categorías NST .....	A-1
B. Hoja de Datos para el Modelo de Planificación de Tratamiento de Agua y Agua de Desperdicio .....	B-1
C. Determinación de el Costo de el Proceso .....	C-1
D. Costo y Parámetros de Mano de Obra para Procesos de Tratamiento Seleccionados de Agua y Agua de Desperdicio por Nivel Socio-Tec nológico y Escala .....	D-1

## INTRODUCCION

La Universidad de Oklahoma está conduciendo un proyecto designado a asistir en la selección de la tecnología de tratamiento de agua y agua negra más apropiada para sitios en países en desarrollo. El proyecto comprende:

1. Un estudio de la situación tecnológica de la materia.
2. Colección de datos y formas de reducción.
3. Desarrollo de una red global de estudios de procesos de tratamiento de agua y agua negra que comprende tecnología única y adaptiva.
4. Desarrollo de un modelo profético para ayudar a los planificadores a seleccionar procesos de tratamiento de agua y agua negra apropiados a las habilidades de los recursos materiales y de mano de obra de países particulares en tiempos particulares.

Este reporte comprende la forma del modelo, requisitos de datos, flujo detallado, selección de costos apropiados y computarización. También incluye una prueba del modelo usando un estudio de un caso real.\*

El modelo tiene la habilidad de juntar un número de entradas críticas relacionadas con la instalación efectiva y uso de varios métodos de tratamiento de agua y agua negra. La producción de el modelo es una lista de las alternativas razonables para tratamiento de agua y, o agua negra en comunidades de países en desarrollo. Esta producción o respuesta del modelo

---

\*Para esas personas interesadas, hay manuales técnicos separados para: (1) describiendo el programa de computador con instrucciones para usar el programa en el computador IBM/370 y (2) el proceso para determinar manualmente el proceso apropiado.

permite que los planificadores o ingenieros de proyecto vean todos los procesos plausibles y su costo relativo, más los requisitos para la operación de mantenimiento y de mano de obra asociados con cada uno de los varios procesos. Esta técnica trata de eliminar el problema que se pasen por alto buenos procesos de tratamiento de agua y agua negra.

Los elementos claves de esta propuesta son:

1. La evaluación sistemática de la importancia e interrelaciones de todos los aspectos pertinentes del problema, tales como técnicos, económicos, sociales, políticos y factores culturales.
2. La evaluación de los procedimientos alternos.
3. Un análisis de los costos del país como la base en la cual los reglamentos pueden ser determinados y las decisiones sean formuladas.

El énfasis es en obtener un entendimiento total del cuadro de modo que las organizaciones de salud internacionales, agencias de préstamo e institutos regionales tengan una herramienta viable de planificación.

El modelo está siendo actualmente confirmado en-casa y en el campo. La validación en-casa incluye:

1. Comparación de datos producidos por el modelo con datos de facilidades de tratamiento existentes en países en desarrollo.
2. Identificación de los problemas de aplicación del modelo.
3. Inclusión de la tecnología nueva interpretativa/adaptiva e información del estado tecnológico para ampliar los procesos de tratamiento disponibles y los niveles de el campo de aplicación.

El trabajo de validación en el campo consiste de que los individuos operen el modelo con el fin de determinar si los datos apropiados pueden ser obtenidos para operar el modelo. El objetivo primordial de esta fase del proceso de validación es el asegurar que los requisitos de datos iniciales puedan ser cumplidos en varias situaciones en países en desarrollo en donde

gran parte de los datos nacionales y/o los datos ambientales, económicos y sociales locales no sean generalmente disponibles. En estas situaciones, la prueba es si el rendimiento del modelo todavía les proporciona al ingeniero diseñador o planificadores con alguna información útil sobre los procesos de mayor aceptación.

Aunque el modelo está limitado desde un punto de vista puramente matemático, el rendimiento es significativo en el sentido que permite una examinación rápida a los planificadores de las alternativas, además de proveer la eliminación de procesos no factibles sobre una base objetiva. También, aunque el modelo es una herramienta de diseño importante, no reemplaza al planificador sino que le permite concentrar sus habilidades y experiencia en las alternativas identificadas en una manera más efectiva.

El modelo ha sido computarizado por varias razones. Primero y probablemente lo más importante es que una versión computarizada que alivia al planificador de la tarea propensa a errores de evaluar manualmente los procesos alternos para la selección de el método de tratamiento más apropiado. Como se había indicado anteriormente, el modelo está limitado desde un punto de vista matemático; sin embargo, el número de pasos para ejecutar el modelo, mientras que no complicados, son numerosos y se toman tiempo. La versión computarizada también puede ser utilizada por el planificador para evaluar varias comunidades en una ejecución del programa. La segunda razón de la computarización es que, en países en desarrollo, computadores electrónicos se están haciendo más disponibles a que los usen personas interesadas en la planificación de tratamiento de agua y agua negra. El modelo computarizado permite que los planificadores utilicen la tecnología más reciente como una ayuda para hacer las decisiones. Para esos planificadores

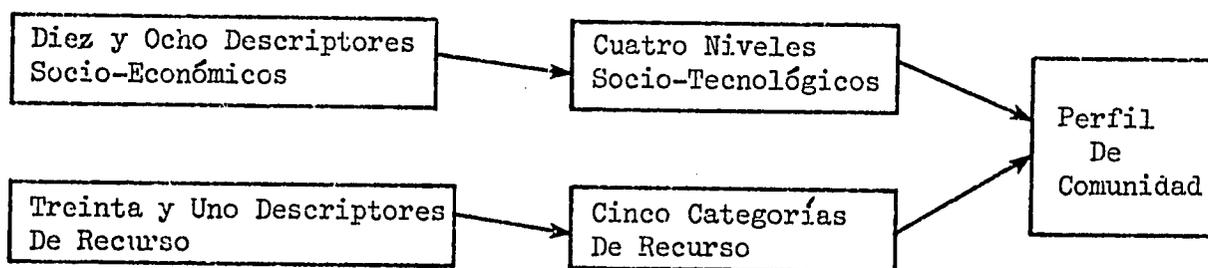
que no tengan acceso a un computador capaz de ejecutar el modelo, una técnica manual se está desarrollando. Esto evita el problema de tener que mandar los datos a algún Buró central de computadoras o a una oficina regional (si un computador local no está disponible) para usar el modelo como una prueba operacional de planificación. En breve, la técnica manual rinde un campo de aplicación de el modelo aún en el área más remota. Finalmente, computarizar también proporciona una base para un análisis de planificación de tratamiento de agua y agua negra uniforme a un nivel regional o nacional. Actualmente, el modelo está limitado para evaluar los métodos de tratamiento plausibles para una sola comunidad. Sin embargo, contiene el tipo de información necesaria para una técnica más agregada de atacar el problema del tratamiento de agua y agua negra. Puede facilmente ser modificado para proporcionar la información de costo a un nivel regional. Otro punto importante es la aceptación en el país de la tecnología apropiada o más conveniente. La información actualmente disponible indica un fuerte deseo de parte de los países en desarrollo el ser identificados con "tecnología alta" (o comunmente dicho "ir en primera clase"). En efecto, los países en desarrollo están expresando un deseo por tener el último tipo de facilidades de tratamiento de agua y/o agua negra que actualmente se utilizan en países en desarrollo. Tales facilidades pueda que sean factibles en unas pocas de las ciudades más grandes de los países en desarrollo, pero la mayoría simplemente no tienen los recursos en el país para construir, mantener o proveer los recursos humanos para estas plantas altamente técnicas y caras. En realidad, este proyecto se originó a raíz de el siempre frecuente desperdicio de recursos de los países en desarrollo en el intento por construir y operar plantas de tratamiento avanzadas, la mayoría de las cuales fueron unos completos fracasos.

Este fenómeno es también común en países desarrollados. Aun ciudades de Estados Unidos de América y pueblos frecuentemente demandan la "mejor tecnología disponible cuando una tecnología mas vieja y comprobada seria más apropiada para su ambiente y sus recursos disponibles. El modelo de selección desarrollado por medio de este proyecto ayuda a los ingenieros diseñadores y planificadores a mitigar los problemas creados por el deseo de tener una tecnología mas avanzada. A través de el uso de este modelo comutarizado, una gran cantidad de datos informativos pueden ser procesados rapidamente, y el rendimiento resultante exhibirá las consecuencias de todas las varias acciones incluyendo todo el costo pertinente. Tal exhibición podrá, aumentar el valor del criterio profesional de el ingeniero diseñador. También, en su defensa de la selección de una inferior tecnología, el diseñador puede decir ahora que él tiene un "aparato de alta tecnología" con lo místico de el computador y la técnica de sistemas que evalua rápidamente un gran número de variables asociadas con las necesidades y los recursos de una comunidad especifica y las alternativas disponibles. Esta evaluación agregará el prestigio de la "ciencia" al juicio profesional como tambien el ayudar a formular ese juicio.

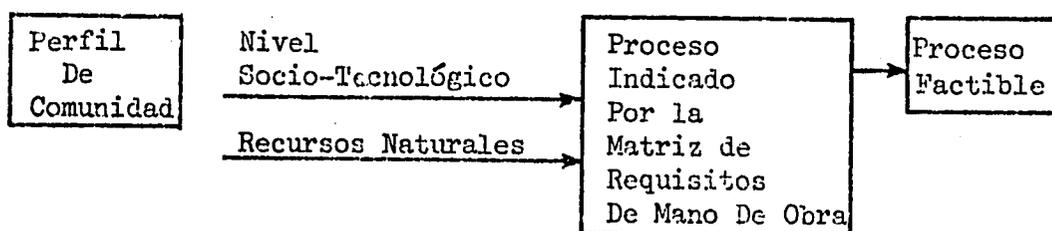
Finalmente, aunque el modelo hace el mismo trabajo que unos buenos diseñadores hacen, es visible, inclusivo, y sería de valor como un mapa para cualquiera el experto o el novicio. Los dos, el programa para computador y el manual de procesos son proporcionados como manuales técnicos.

## METODOLOGIA

La figura 1 es una vista general del flujo de datos del modelo de planificación. Esta metodología usa 18 entradas los cuales describen las condiciones socio-económicas, 31 entradas que describen los recursos naturales, 2 entradas que describen el perfil demográfico, y 3 entradas que describen la calidad de el agua cruda. Esto constituye los datos crudos. El método empleado para asegurar la selección de el proceso apropiado toma los datos crudos y los divide en dos categorías (recursos socio-económicos y naturales) y las reduce por medio de un proceso compensado para proporcionar un perfil de la comunidad representativo. El siguiente esquema ilustra esta reducción.



Los cuatro niveles socio-tecnológicos y las cinco categorías de recurso son utilizados con una matriz de requisitos de procesos, mano de obra y material para cernir las alternativas de procesos aceptables para una consideración futura como el esquema lo demuestra a continuación.



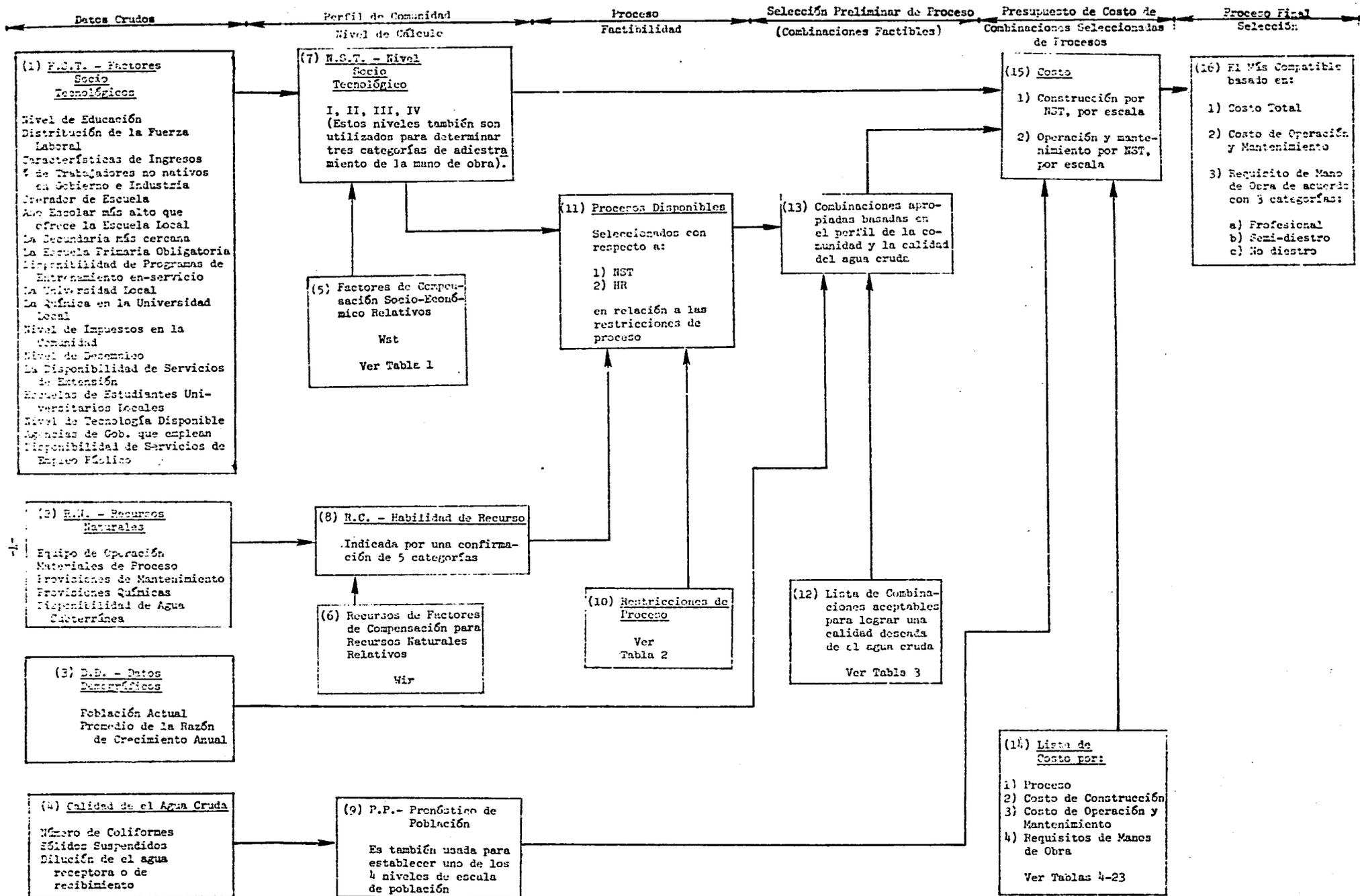
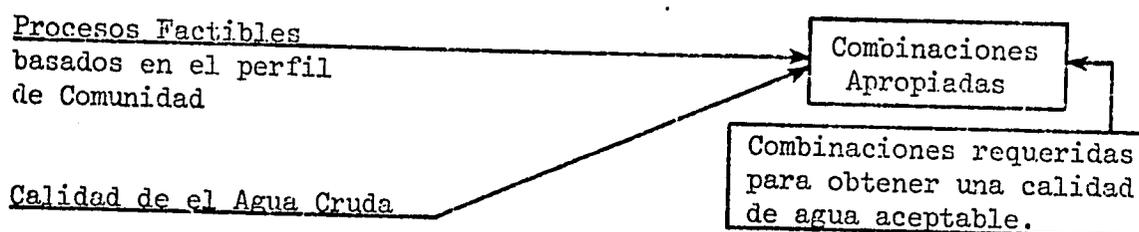


Figura 1. Una Vista General del Flujo de Datos del Modelo de Planificación.

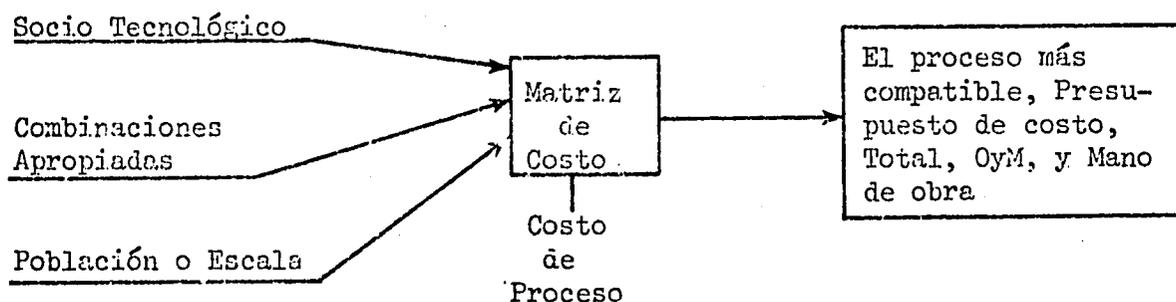
El modelo identifica los procesos de tratamiento básicos, PWi y PSi. En la práctica, sin embargo, muchos de los procesos de tratamiento básicos no frecuentemente son utilizados separadamente. Consecuentemente, estos procesos son utilizados en combinación dependiendo en las condiciones de agua cruda que va a ser tratada o en la condición de los ríos que reciben el agua de desperdicio. Como el agua, teóricamente, tiene 11 procesos, podría haber  $(2^{11}-1)$  combinaciones de los procesos de el agua para proporcionar el tratamiento. Realísticamente, cerca de 12 procesos de tratamiento de agua son las combinaciones probables. Para el tratamiento de el agua de desperdicio, cerca de 9 procesos de tratamiento de agua negra son los candidatos. La lógica de este cernido de procesos es dibujado a continuación:



El modelo selecciona luego los procesos de tratamiento factibles por medio de la disponibilidad de la mano de obra y de recursos naturales. Solamente los procesos factibles serán utilizados para establecer las combinaciones de procesos. La limitación en las combinaciones, en el caso de el agua, relacionese a la calidad inicial de agua cruda y/o de el agua subterránea o de una cuenca de captación supervisada. Las combinaciones cernidas son diseñadas para proporcionar grupos aceptables o secuencia de tratamientos dependiendo en que el agua se va convertir de un nivel crudo a un nivel potable. Para el agua de desperdicio, las combinaciones de los métodos de tratamiento de el agua negra son basadas en la dilución disponible de el efluente, la cual es expresada como una relación de el volumen de agua re-

ceptora al volumen de desperdicio o como CFS/PE agua de dilución\* (por ejemplo, pies cúbicos por segundo de flujo de agua receptora/equivalente de población).

Luego, los procesos disponibles son localizados en términos de tamaño (grupos de población o escala) y niveles socio-tecnológicos y una matriz de costos de capital, operación y mantenimiento son construídas. Esta matriz de costo es desarrollada por medio de un análisis empírico, análisis de regresión de datos de países en desarrollo, o entradas reales. La técnica del análisis empírico fue utilizada en este reporte. El desarrollo de esta técnica es demostrado en el Apéndice C y es dibujado a continuación:



Finalmente, los costos alternos son presentados como totales para la operación y mantenimiento y la mano de obra. El modelo, en breve, seleccionará las combinaciones aceptables de procesos de tratamiento compuestos de procesos de tratamiento básicos que estén considerados factibles en términos de la mano de obra y los recursos naturales al nivel de la comunidad. El paso final proveerá la alternativa de costo mínimo. Los requisitos de los datos iniciales para la computarización son ilustrados en el Apéndice B.

\*Estas restricciones están también sujetos a alteraciones; así, varios países pueden elegir varios niveles en criterio de calidad. Esto está basado en niveles internacionales actuales.

Como fue indicado anteriormente, la Figura 1 delinea la caracterización completa de las variables de decisión y los pasos desarrollados por el modelo con el fin de determinar el proceso más adecuado para una comunidad. Sigue el proceso paso por paso y cuadro por cuadro. Los cuadros están anotados en la Figura 1.

Cuadro Uno

<p><u>FST - Factores Socio-Tecnológicos</u></p> <p>Nivel de Educación</p> <p>Distribución de la Mano de Obra</p> <p>Características de los Ingresos</p> <p>Porcentaje de los trabajadores de fuera empleados en el Gobierno e Industria</p> <p>Operadores de Escuela</p> <p>El año Escolar más alto que ofrece la Escuela Local</p> <p>La Secundaria más cercana</p> <p>La Escuela Primaria obligatoria</p> <p>Los Programas de Entrenamiento en servicio disponibles</p> <p>La Universidad Local</p> <p>La Química en la Universidad Local</p> <p>Nivel de Impuestos en la Comunidad</p> <p>Nivel de Desempleo</p> <p>La Disponibilidad de Servicios de Extensión</p> <p>Escuela de Estudiantes Universitarios</p> <p>Nivel de Tecnología Disponible</p> <p>Agencias de Gobierno que emplean</p> <p>Servicios de Empleo Público Disponibles</p>
--

Bajo la entrada de los niveles socio-tecnológicos (NST), cuatro niveles de desarrollo han sido establecidos de manera que cualquier comunidad pueda ser clasificada dentro de uno de estos niveles. Cada nivel representa una diferente etapa de desarrollo para una comunidad. Por ejemplo, el nivel I representa un nivel de desarrollo bajo, tal como un tipo de subsistencia ambiental. En lo contrario, el nivel IV representa un nivel alto de desa-

rollo, el cual incluye un alto nivel de ingresos por persona y una disponibilidad general de bienes fabricados y servicios relativos. Este tipo de ambiente se encuentra en varias comunidades grandes de Europa Oriental y en los Estados Unidos de América. Los niveles II y III representan diferentes grados de niveles de desarrollo bajos y altos.

El término "desarrollo" es un término comparativo y se refiere al registro de rendimiento de la economía de una comunidad. Así pues, una comunidad "económicamente subdesarrollada" puede estar altamente desarrollada en lo que se refiere al arte, organización social, religión, filosofía u otro campo no económico. En términos económicos, sin embargo, "subdesarrollo" significa que una comunidad proporciona a su gente, comparablemente, un producto de consumo final y un bienestar de material pobre, y que este rendimiento económico pobre pueda ser mejorado por medios, los cuales son conocidos y entendidos y que han sido ya aplicados por los países "desarrollados" .

Un número de medidas de rendimiento económico objetivas han sido inventadas a través de los años las cuales, cuando son aplicadas, demuestran la definición anteriormente mencionada muy bien. Desde luego, a pesar de la medida económica usada (la razón de mortalidad, la mortalidad infantil, los índices de consumo, los ingresos por persona, etc.), los resultados son aproximadamente los mismos. Las comunidades "desarrolladas" tienden a agruparse al final de la escala favorable. Así pues, las comunidades pueden ser diferenciadas aproximadamente en esas que proveen a su gente con un producto de consumo final y bienestar de material relativamente bueno y esas que no.

Esta etapa de desarrollo está definida con respecto a la suma de los facto-

res socio-culturales y socio-económicos, los cuales son partes esenciales de cualquier comunidad o grupo de gente. Las variables fueron seleccionadas basándose en su disponibilidad al nivel local de desarrollo al nivel de comunidad. Diez y ocho variables socio-económicas y socio-culturales son utilizadas; Sus características brevemente a continuación:

1. El nivel de educación es una medida amplia diseñada para proveer un estimado aproximado del nivel de educación de los habitantes de la comunidad. Cinco niveles amplios son especificados: ninguno, primario, secundario, instituto técnico y universidad. Las comunidades de nivel alto tienen generalmente adquisición de altos niveles educativos.
2. La Distribución de la mano de obra es expresada en términos de porcentaje de trabajadores profesionales, diestros, y no diestros en la mano de obra empleada. Por mano de obra empleada se quiere decir esas personas que de alguna manera están conectadas con la economía del mercado. En una economía de subsistencia, solo una pequeña porción de la población total está ocupada en actividades de mercado. Al nivel de desarrollo avanzado, un gran porcentaje de la población total está activo en el mercado y estos trabajadores tienen un nivel de experiencia equivalente a las categorías profesionales y diestras.
3. Las características de los ingresos generalmente reflejan el nivel de desarrollo. Un ingreso mayor por persona generalmente denota niveles de desarrollo altos.
4. El porcentaje de trabajadores que provienen de afuera en el gobierno y la industria también es utilizado como un indicador de desarrollo. Los niveles bajos generalmente requieren que la mayoría de los tra-

bajos para personas diestras y profesionales sean ocupados por trabajadores no de fuera.

- 5-8 Estas variables se refieren a la inversión que una comunidad realiza para la educación de su juventud. Cuando las escuelas son operadas por agencias voluntarias o organizaciones de misioneros, el nivel de desarrollo tiende a ser a un nivel bajo. Aumentos en el régimen de vida origina una tendencia a hacer que la educación sea obligatoria cuando menos a nivel de primaria. La accesibilidad general de las escuelas a una comunidad indica el nivel de desarrollo. Generalmente, entre más alto sea el año escolar ofrecido, más alto el nivel de desarrollo.
9. La disponibilidad de programas de entrenamiento en servicio refleja el nivel de desarrollo. Estos programas por lo general no son disponibles en áreas menos desarrolladas. Estos programas frecuentemente llegan a ser disponibles conforme las necesidades por altas habilidades y más pericia en áreas técnicas se requieren en la comunidad. Estos programas de entrenamiento en servicio pueden ser ofrecidos por medio de programas de extensión agrícola y de desarrollo de comunidad.
- 10-11 Estas variables se refieren a las oportunidades educacionales más sofisticadas dentro de la misma comunidad. La disponibilidad de una facultad de química proporciona alguna indicación de la pericia técnica disponible en la comunidad. También proporciona un lugar potencial para la analización de las características de calidad de el - - agua. En breve, la disponibilidad de la educación alta indica un

un nivel de desarrollo alto.

12. El nivel de impuestos de la comunidad se refiere a la habilidad de una comunidad para cumplir con las necesidades de mejorar el tratamiento de agua y agua negra proporcionando algunos, si no todos, los fondos requeridos para llevar a cabo estas mejoras.
13. El desempleo desenfrenado es característico de las comunidades que se encuentran a un nivel de desarrollo bajo. La mayoría de esas - personas sin empleo en una área de desarrollo bajo son trabajadores no diestros. Generalmente, el problema de el desempleo disminuye con forme el nivel de desarrollo aumenta.
14. Los servicios de extensión agrícola tienden a mejorar conforme el nivel de desarrollo aumenta. A niveles bajos de desarrollo, los ser vicios extensión agrícola y proyectos de demostración son escasos. Además, hay una necesidad tremenda de servicios de consultoría para los agricultores y para otros programas con el propósito de mejorar las habilidades y enlistar la participación de las masas rurales. La barrera principal en los niveles bajos es que las organizaciones - apropiadas y estructuras institucionales carecen de medios para im- plantar y administrar los servicios de extensión.
15. Las universidades a las que los estudiantes atienden proporcianan una indicación de el nivel de desarrollo. Si la mayoría o la tota- lidad de los estudiantes universitarios reciben su educación alta en comunidades vecinas o en el extranjero, entonces la comunidad - está a un nivel de desarrollo bajo.
16. El nivel de tecnología disponible es una variable de datos generali-

zados que para caracterizarla se necesita el criterio y experiencia de el planificador. Esta variable simplemente pregunta que nivel de desarrollo está disponible el cual está compuesto de cuatro categorías de tecnología generales: Herramientas de mano, herramientas mecánicas (por ejemplo, equipo de gasolina), productos químicos (por ejemplo, el uso de fertilizantes y/o cloruro), y tecnología electrónica.

17. El papel que desempeña el gobierno en el mercado de la mano de obra también proporciona una indicación de el nivel de desarrollo. A niveles bajos de desarrollo, el gobierno local tiende a ser el patrón principal o en otras palabras la organización que emplea el mayor número de trabajadores. Conforme el desarrollo aumenta, el empleo en las actividades privadas o no relacionadas con el gobierno tienden a aumentar.
18. La disponibilidad de los servicios públicos de empleo indica el nivel de desarrollo. Estos servicios son generalmente disponibles solamente en los niveles de desarrollo altos... Los servicios de empleo público en países menos desarrollados tienden a ser servicios para el obrero en vez que para el profesionalista.

Cuadro Dos

RN- Recursos Naturales

Equipo de Operación  
Materiales de Proceso  
Provisiones de Mantenimiento  
Provisiones Químicas  
Disponibilidad de Agua  
Subterránea

El segundo grupo de entradas de datos crudos se interesa por los recursos naturales disponibles (RC) dentro de la comunidad. Los

datos acerca de los recursos locales y de la tecnología actual disponibles para una comunidad están basados en las variables que se demuestran por consecuente. La lista se comprende de provisiones químicas y materiales mecánicos necesarios para la operación de una variedad amplia de sistemas de tratamiento de agua y agua negra. La disponibilidad de estos artículos es igualada, dentro de el modelo, con los requisitos de los varios procesos. Esos procesos los cuales requieren materiales o recursos que no sean disponibles localmente son eliminados de las alternativas de tratamiento plausibles sugeridas por el modelo. La entrada de los datos de las variables relacionadas a estos recursos y materiales locales se incluyen a continuación:

1. Equipo de Operación:
  - a. Medidores de Agua
  - b. Equipo de Soldadura
  - c. Soplete de Acetileno
  - d. Aparatos de registro (por ejemplo, termostatos).
  - e. Equipo de laboratorio (por ejemplo, probetas)
  - f. Planta generadora portátil (por ejemplo, generadores eléctricos de gasolina)
  - g. Motores (por ejemplo, motores eléctricos de 1-3 caballos de fuerza)
  - h. Bombas de agua
2. Materiales de Proceso:
  - a. Tubería (de barro o arcilla, de acero, de cemento, de plástico, de cobre, etc.)
  - b. Accesorios para tubería o cañería
  - c. Pintura
  - d. Válvulas
  - e. Tanques
  - f. Indicadores de vacío
  - g. Intercambiadores de calor
3. Provisiones de Mantenimiento:
  - a. Arena silíceo o de sílice
  - b. Grava graduada
  - c. Agua limpia
  - g. Gasolina

4. Provisiones Químicas
  - a.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (Sulfato de aluminio)
  - b.  $\text{FeCl}_2$  (Cloruro de Férrico)
  - c. Carbón animal (Carbon Activado)
  - d.  $\text{CaO}$  (Oxido de Calcio o de Cal)
  - e.  $\text{NaCO}_3$  (Carbonato Sódico)
  - f.  $\text{Cl}_2$  (Cloro)
  - g.  $\text{O}_3$  (Ozone)
  - h. Reactivos de laboratorio (por ejemplo, papel de tornasol)
  
5. Recurso de Agua:
  - a. Río o arroyo
  - b. Lago o presa
  - c. Pozo (¿Hay agua subterránea?)
  - d. Recurso de Mar o de agua salobre o gorda

Quadro Tres

<p>D.D. - DATOS DEMOGRAFICOS</p> <p>Población actual Razón de crecimiento anual</p>
--

El tercer grupo de datos crudos o iniciales utilizados como entradas demográficas. Estas entradas para el modelo son diseñadas para ser aquellas que sean disponibles más rápidamente. Estas entradas incluyen: la población actual y la razón de crecimiento de población anual.

Quadro Cuatro

<p><u>Calidad de el Agua Cruda</u></p> <p>Número de Coliformes Sólidos suspendidos dilución de el agua receptora o de recibimiento</p>
---

El cuarto y grupo final de entradas consiste de los resultados de

las pruebas realizadas en el agua cruda. Este cuadro contiene tres diferentes medidas:

1. El número de los grupos de bacteria coliformes como un indicador de la contaminación o polución en términos de partes por millón (ppm).
2. El grado de sólidos suspendidos en el agua en términos de ppm.
3. Las diluciones de el agua receptora o de recibimiento como son especificadas por medio de el contenido de la Demanda Biológica de Oxígeno (BOD - 5 day, 20°C) de el agua de desperdicio, o agua negra.

Las entradas previamente discutidas proporcionan los datos de el agua cruda necesarios para el uso de el modelo para la selección de un método de tratamiento de agua y agua negra para una comunidad en un país en desarrollo. Esperemos que, estos datos esten por lo general disponibles para el sitio; si no, entonces nacional, regional, o datos similares pueden ser substituídos.

Cuadro Cinco

Factores de Compensación  
Socio-Económicos -  $W_{st}$

Ver Tabla 1

La próxima fase de la técnica de planificación es para examinar la variable socio-económica con el propósito de ayudar a establecer el perfil de la comunidad. Los datos de entrada identificados en el Cuadro Uno estan compensados con respecto a su importancia relativa (Ver Tabla 1).

Los pesos de compensación fueron diseñados de manera que sean derivados basicamente de los descripciones de los niveles socio-técnicos (NST) descritos en el Apéndice A de este manual. Asi es que, la forma de los datos (Apéndice B) fué desarrollada por medio de el escenario descrito en el

Tabla 1. Hoja de Datos de los Factores de Compensación para la Determinación de  
de el Nivel de Tecnología para Comunidades en Países Menos Desarrollados

Descripción de la Variable	Hoja de Datos Parte III Números de Preguntas 1 - 19	Posibles Selecciones	Factor de Compensación
Nivel de Educación	1	1 2 3 4	0 5 10 15
Distribución de la Fuerza Laboral	2	1 2 3 4	0 5 10 15
Características de Ingresos	3	1 2 3 4 5	0 4 8 12 15
% de trabajadores de afuera en el Gobierno e Industria	4	1 2 3 4 5	4 3 2 1 0
Operadores de Escuelas	5	1 2	0 5
Año Escolar más alto ofrecido por la localidad	6	0 1-6 7-10 11-12 12+	0 2 4 7 10
Distancia a la Secundaria más cercana	7	1 2 3 4	3 2 1 0
Disponibilidad de entrenamiento técnico y voca- cional	8	1 2	5 0
Educación primaria obligatoria	9	1 2	10 0
Disponibilidad de programas de entrenamiento en servicio	10	1 2	5 0
Universidad Local	11	1 2	10 0
Química en la Universidad Local	12	1 2	3 0
Nivel de desempleo	14	1 2	0 5
Disponibilidad de servicios de extensión	15	1 2	3 0
Escuelas locales de estudiantes universitarios	16	1 2	0 3
Nivel de la tecnología disponible	17	1 2 3 4	0 5 10 15
Gobierno como utilizador de mano de obra	18	1 2	5 0
Disponibilidad de servicios de empleo público	19	1 2	5 0

Apéndice A. Sin embargo, los pesos de compensación son algo arbitrarios - debido a que se les a dado más énfasis a estos indicadores los cuales han probado ser unos indicadores seguros de el nivel de desarrollo de una comunidad. Por ejemplo, la adquisición educacional es un buen indicador de el desarrollo y se le ha otorgado un mayor peso de compensación que a la distancia a la secundaria más cercana. En el caso de la localización de la secundaria mas cercana, la distancia pueda que no sea importante si es que la comunidad tiene un sistema adecuado de transportación. Una vez más, el proceso de compensación es flexible y puede ser modificado para satisfacer los requisitos de las condiciones locales. El objetivo total de la determinación de el nivel es el de clasificar las comunidades en un nivel útil de desarrollo. La mayoría de las comunidades de interés se catalogan en los niveles dos y tres. Una sintonización fina de la medida del nivel no es requerida para el uso próspero de el modelo, especialmente cuando los datos de costo local y regional son disponibles.

Los pasos de compensación son sumados, y en un nivel socio-tecnológico es asignado de acuerdo con la siguiente lista de pesos de compensación:

<u>Nivel Socio-Tecnológico (NST)</u>	<u>Total de Factores de Compensación</u>
1	1-23
2	24-51
3	51-93
4	93-133

Cuadro Seis

<u>Recursos de Factores de</u> <u>Compensación para Recursos</u> <u>Naturales Relativos - W<sub>ir</sub></u>
--

Cuadro Seis representa el proceso de agrupamiento diseñado para determinar si un grupo de recursos naturales relacionados es disponible (Ver Cuadro Dos). El propósito es agrupar estos recursos en cinco categorías generales:

1. Equipo de operación.
2. Materiales de proceso.
3. Provisiones de mantenimiento.
4. Provisiones químicas
5. Disponibilidad de agua subterránea

La suposición básica fundamental de este grupo es que los artículos enumerados en la hoja de datos son representativos solamente. Si la mayoría de estos artículos fueran designados como disponibles, entonces el grupo (por ejemplo, reactivos químicos) sería considerado disponible generalmente en la comunidad bajo consideración. (La mayoría, incluido aquí, 70 por ciento es seleccionado). Este valor de juicio puede ser alterado.

Cuadro Siete

Nivel Socio-Tecnológico

I, II, III, IV

(Estos niveles también son utilizados para determinar tres categorías de adiestramiento de la mano de obra).

El Cuadro Siete determina la disponibilidad de la mano de obra, basado en el nivel socio-tecnológico, para la comunidad. Reglas de decisiones han sido desarrolladas de manera que el método de tratamiento seleccionado pueda ser mantenido con trabajadores seleccionados de la provisión de mano de obra local. \*El propósito de las reglas de decisión es para evitar los

\*Esto en oposición a la instrucción o entrenamiento especial de el personal, lo cual por supuesto es una alternativa.

problemas de mano de obra de varios proyectos previos; refiriéndose a, la instalación de procesos sin consideración a la provisión de la mano de obra local para reparar y mantener la operación de tratamiento. Estas reglas, traducidas en restricciones, son:

1. En las comunidades de Nivel I, solamente la mano de obra no diestra es disponible (Categoría C solamente).
2. Las comunidades de Nivel II tienen disponibles la mano de obra no diestra y semidiestra (Categorías C y B solamente).
3. Las comunidades de Nivel III tienen mano de obra no diestra y semidiestra disponibles en poblaciones menores de 50,000 solamente. En poblaciones mayores de 50,000, las comunidades de Nivel III y nivel IV tienen todas las categorías de mano de obra disponibles.

Estas restricciones, basadas en los niveles de desarrollo presentados anteriormente, ayudan al planificador a determinar la disponibilidad relativa de los varios tipos de mano de obra necesario para operar una planta. El énfasis principal de el plan es el personal de operación y no el de construcción. La investigación con respecto a este punto ha indicado que el fracaso de un proyecto casi todo el tiempo ocurre durante la construcción. Por eso, los trabajadores diestros requeridos en la etapa de la construcción no están incluidos. Las ocupaciones requeridas en los programas de tratamiento de agua y agua negra en etapa de postconstrucción caen dentro de las categorías siguientes:

1. Profesional (Categoría A)
2. Diestro y artesano (Categoría B)
3. No diestro-semidiestro (Categoría C)

Las ocupaciones de categorías A y B requieren una cantidad substancial de entrenamiento especial y formal. Por lo tanto, los recursos, el volumen, y el período de su provisión es relativamente fácil de identificar.

En la categoría C, a lo contrario, la mayoría de los individuos pueden dominar las habilidades requeridas por medios relativamente no muy formales en el trabajo y no se someten a cursos formales o pasan a través de planes de entrenamiento formales en la planta. Esto es verdad, aún en esas ocupaciones de oficio que por generaciones han sido referidas con el término "aprendices." Es aún más verdadero en la mayoría de las ocupaciones manuales diestras industriales nuevas, las cuales han surgido desde la revolución industrial. Las habilidades no pueden obtenerse normalmente fuera de la institución de empleo debido a la naturaleza de la operación o de la maquinaria especial y el equipo requerido o el mismo ambiente de trabajo.

La provisión principal de personal para las ocupaciones de la categoría B, las cuales requieren una educación secundaria más dos a tres años de entrenamiento vocacional, es producida por las escuelas de entrenamiento y escuelas mantenidas por ministerios de el gobierno los cuales las operan con el objetivo de cumplir con sus propios requisitos especializados. En varios países en desarrollo estas facilidades están generalmente bien establecidas.

Cuadro Ocho

HR - Habilidad de Recurso

Indicada por una confirmación de cinco categorías.

El Cuadro Ocho representa la habilidad de el recurso natural de la comunidad local. Cualquier número o todos los cinco grupos de recurso pueden ser disponibles a una comunidad como combinaciones de las categorías.

Las entradas demográficas sirven como entradas a el modelo de pronóstico de población (Cuadro Nueve).

Cuadro Nueve

POB - Pronóstico de Población

Esto es utilizado tambien para establecer uno de los cuatro niveles de escala de población.

La primera porción de el submodelo de población pronostica la población total de una comunidad bajo estudio para cada uno de los intervalos de planificación de cinco años. La rutina está en un recodo de manera que pueda ser utilizada repetidamente. El modelo que determina la población es muy simple; las entradas utilizadas son la población actual y la razón de crecimiento de población anual. Aunque este modelo simple no tome en consideración otros factores que tienen un efecto en la población de una comunidad, deberá proporcionar una aproximación acercada de la población si el cambio se presenta a una razón más o menos constante. Cambios de población son altamente contingentes a las razones de cambio en las instituciones industriales y comerciales de una comunidad. Si el promedio de el crecimiento no se espera que varíe apreciablemente durante el tiempo que se le pronostique, el método deberá de proporcionar una aproximación buena de la llamada "norma" de la comunidad. Esta "norma" será lo que el área se verá "si nadie la molesta".

El perfil de la comunidad es representado por los datos señalados en los Cuadros Sieta-Nueve.

Cuadros Diez y Once

Procesos Disponibles

Seleccionados con respecto al NST y HR en relación a las restricciones de proceso.

Restricciones de Proceso

Ver Tabla 2

El próximo paso ejecutado por el modelo es la selección o el cernido de los procesos factibles. La factibilidad de el proceso está basada en el NST y la HR de la comunidad. La tercera entrada a la factibilidad de el proceso son las restricciones de los procesos individuales. El modelo iguala las restricciones de los procesos señalados en el Cuadro Once. La tabla 2 señala las restricciones específicas. Estas restricciones son igualadas con las habilidades de la comunidad. Los procesos son cernidos en este punto, y los procesos que están mucho muy sofisticados o esos que requieren recursos no disponibles dentro de la comunidad son eliminados de una consideración adicional para la comunidad.

Cuadro Doce

Lista de Combinaciones  
Aceptables para Lograr  
una Calidad Deseada de  
el Agua Cruda

Ver Tabla 3

La tabla 3 señala las varias combinaciones de los procesos básicos que son utilizados en combinación frecuentemente dependiendo en las condiciones de el agua de desperdicio recibida. Cada combinación está asociada con uno

Tabla 2. Procesos de tratamiento de Agua y Agua Negra con los Componentes esenciales para la Operación

Métodos de Tratamiento		Requisitos de Procesos	Número de Proceso	Operación de Mano de Obra			Requisitos Requeridos				
				No Diestro	Diestro	Profesional	Equipo de Operación	Materiales de Proceso	Provisiones de Mantenimiento	Provisiones Químicas	Disponibilidad de Agua Subterránea
P R O C E S O D E A G U A	No Tratamiento		PW1	●				●			●
	Pre-Tratamiento		PW2	●					●		
	Filtración de Arena Lenta		PW3	●					●		
	Filtración de Arena Rápida-Conv.		PW4		●	●	●	●	●	●	
	Filtración de Arena Rápida-Avan.		PW5		●	●	●	●	●	●	
	Ablandamiento		PW6		●	●	●	●	●	●	
	Desinfección		PW7		●		●	●	●	●	
	Sabor - Olor - Fe, Mn		PW8		●		●	●	●	●	
	Desalinación - Sal		PW9		●	●	●	●	●	●	
	Desalinación - Agua Salobre		PW10		●	●	●	●	●	●	
	Filtración-con (Containment)		PW11	●					●		
P R O C E S O D E P E R D I C I O	Primario-Convencional		PS1	●							
	Laguna-Estabilización-Primaria		PS2	●							
	Cienos-Convencional		PS3	●	●			●	●	●	
	Cienos-Avanzados		PS4	●	●		●	●	●	●	
	Cienos-Combinado (Imhoff)		PS5	●			●		●		
	Filtro Secundario-Normal		PS6	●	●		●		●		
	Filtro Secundario de Alta Capacidad		PS7	●	●	●	●	●	●	●	
	Cienos Activos-Secundarios		PS8	●	●	●	●	●	●	●	
	Aeración de Extensión Secundaria		PS9	●	●		●		●		
	Desinfección		PS10		●		●	●			
	Cultivo de Agua		PS11	●							
	Dilución		PS12	●							
	Individual		PS13	●							●
	Individual (Avan.)		PS14		●		●		●		●

Tabla 3. Combinación de Procesos de Tratamiento  
Aceptables para Agua Potable

	Cifra de Combinación	COMBINACION DE PROCESOS	NIVEL DE NORMAS			
			Concentración de el Agua Cruda		Agua Receptora	
			Coli MS/100 ml	CE/100 ml	Volumen de Agua Receptora (Nivel bajo de Flujo de 7 días)/Volumen de Desperdicio	
			Turb	Grav		
TRATAMIENTO DE AGUA	W1	FW1	1 - 2	10		
	W2	FW1 + FW7	100	10		
	W3	FW3	100	100		
	W4	FW2 + FW3	300	200		
	W5	FW11	300	300		
	W6	FW4 + FW7	2,000	100		
	W7	FW2 + FW4 + FW7	3,000	1,000		
	W8	FW5 + FW7	2,000	100		
	W9	FW2 + FW5 + FW7	3,000	1,000		
	W10	(Cualquiera de W1 a W8) + FW6			300 Dureza	
	W11	(Cualquiera de W1 a W8) + FW8			1-3 Fe Mg	
	W12	FW7 + FW9			3000 STD	
	W13	FW7 + FW10			2000 STD	
TRATAMIENTO DE AGUA NEGRA	S1	PS1 + PS5				20 (6 3-4 CES/1000 PE*)
	S2	PS1 + PS3				20 ( " )
	S3	PS2				10 (6 1.5-2 " )
	S4	S1 + PS6				6 (6 0.9-1.2 " )
	S5	PS1 + PS9				3 (6 0.45-0.6 " )
	S6	S2 + PS6				6 (6 0.9-1.2 " )
	S7	S2 + PS7				5 (6 0.75-1 " )
	S8	S2 + PS8				4 (6 0.6-0.8 " )
	S9	(Cualquiera de S1 a S7) + PS10	250			2 (6 0.3-0.4 " )
	S10	PS3 (Sin bagón de agua)				- NA
	S11	PS11				10 (6 1.5-2 " )
	S12	PS12				40 (6 6-8 " )
	S13	PS2 + PS12				6 (6 1.2-1.6 " )

\* La Unidad es definida como pies cúbicos por segundo de razón de flujo de agua receptora/1000 equivalente de población. Un equivalente de población es un equivalente de desperdicio para una persona por día, normalmente tomada como 0.17 libras DOB/día.

o más de los procesos básicos, que pueden ser utilizados en combinación dependiendo en el nivel de calidad de el agua que entra. El cuadro 12 sirve como una entrada al cuadro 13.

Cuadro Trece

Combinaciones Apropriadas  
Basadas en el Perfil de  
la comunidad y la calidad  
de el Agua Cruda.

Este cuadro representa un punto de decisión crítica en el modelo. En este punto, el orden de las combinaciones de los procesos presentadas en el Cuadro Doce son igualadas o cernidas contra los procesos individuales que han sido seleccionados como factibles de acuerdo con el nivel socio-tecnológico y la habilidad de los recursos naturales de la comunidad bajo estudio. Los resultados de el análisis de esta decisión proporciona una lista de una o más combinaciones de procesos que pueden ser considerados plausible para la comunidad. Solamente los procesos factibles son utilizados para establecer las combinaciones de los procesos. Las combinaciones cernidas proporcionan una secuencia de tratamientos para el agua cruda que hacen que ésta alcance un nivel potable. Para el agua de desperdicio, la secuencia de los métodos de tratamiento de el agua negra está basada en la dilución de efluente la cual está expresada como una razón. Los detalles en como obtener los datos de el agua cruda son discutidos en el Apéndice A.

Cuadro Catorce

Lista de Costo por

1. Proceso
2. Costo de construcción.
3. Costo de operación y Mantenimiento.
4. Requisitos de mano de obra.

Ver Apendice C

Como los Datos en Estados Unidos están disponibles fácilmente, los métodos empíricos utilizados en el cálculo de los costos de las facilidades de tratamiento en países en desarrollo están basados en el costo de Estados Unidos. Esto fué realizado por medio de descomponer los costos de operación y mantenimiento y construcción en sus componentes básicos (por ejemplo mano de obra, material, etc). para cada categoría de escala (población) y cada nivel de tecnología. Los coeficientes para la ecuación de traslado de costo son producidos de los datos socio-económicos coleccionados para el lugar bajo estudio. La ecuación, cuando es multiplicado por el costo de Estados Unidos, produce los costos totales de la operación y mantenimiento y capital para cada proceso de tratamiento para un lugar individual basados en las condiciones locales. El resultado final es señalado en el Apéndice D. Los detalles de como estos costos fueron determinados son presentados en Apéndice C.

Cuadro Quince

Costo

1. Construcción por NST, por escala
2. Operacion y mantenimiento por NST, por escala

En comunidades con recursos limitados y a niveles socio-tecnológicos bajos el número de procesos de tratamiento incluidos en Tabla 2 serán reducidos considerablemente. El Cuadro Quince representa el paso en el modelo en donde los costos de las combinaciones de procesos restantes son determinados. Tres propuestas han sido escogidas para determinar los costos asociados con los procesos de tratamiento. Están enumerados a continuación en orden de preferencia e inversamente con su disponibilidad:

1. Datos de el país o locales
2. Regresión múltiple regional o nacional
3. Fórmulas empíricas

Debido a que las propuestas 1 y 2 aún están en las etapas de formulación, la propuesta 3 es utilizada actualmente.

Cuadro Diéz y Seis

El Más Compatible basado en:

1. Costo Total
2. Costo de Operación y mantenimiento
3. Requisito de mano de obra de acuerdo con 3 categorías:
  - a. profesional
  - b. semi-diestro
  - c. no-diestro

El componente final de el modelo, representado por el Cuadro Diéz y Seis, es la salida de el modelo. La salida de el modelo proporciona alternativas compatibles de tratamiento para la provisión de agua y alcantarillado para una comunidad especificada en incrementos de cinco años por 20 años. Los detalles provistos incluyen:

1. Costo total sobre un período de 20 años el cual incluye ambos, el capital o costo de construcción y el costo de mantenimiento.

2. La mano de obra necesaria para el mantenimiento y operación efectivo de la planta o plantas.
3. La salida de ambas, agua tratada y/o la cantidad de influente de agua negra que los métodos sugeridos son capaces de manejar.
4. La población servida bajo el sistema propuesto.

Una subcaracterización adicional de las combinaciones de los procesos como lo especifica el modelo se puede hacer. Las clasificaciones básicas de  $PW_i$  y  $PS_i$  puede que todavía requieran variaciones significantes dentro de las categorías o combinaciones seleccionadas por el modelo. En breve, una vez que la combinación final de los procesos haya sido seleccionada, una clase final es posible manualmente en la subcategoría de los  $PW_i$  y  $PS_i$ . Por ejemplo, con la filtración de arena lenta (  $PW_3$  ), las siguientes variaciones son posibles: convencional, limpiado manualmente; flujo transversal (dinámico); y de media doble. Estos subprocesos, junto con sus restricciones de procesos individuales, son demostradas en la Tabla 4 y se supone que serán compatibles dentro de sus categorías y restricciones de nivel comunidad.

Tabla 4. Subcaracterización de Procesos de Tratamiento de Agua y agua Desperdicio.

AGUA

<u>Procesos</u>	<u>Restricciones</u>
PW1 <u>No-Tratamiento</u> a. Agua Subterránea (no construcción, etc.) b. Control de Captación	Usualmente limitado por el tamaño a menos que la del Nivel IV.
PW2 <u>Pre-Tratamiento</u> a. Turbidez/Arena-Sedimentación Sencilla b. Control de Alga-Control Termoclinal c. Sulfato de Cobre (CuSO <sub>4</sub> ) d. Microcedazo	Nivel IV Nivel III Nivel IV
PW3 <u>Filtración de Arena Lenta</u> a. Convencional, limpiado manualmente b. Flujo Ascendente** c. Flujo Transversal (Dinámico)** d. Media Doble**	Usualmente limitado por el tamaño a menos que la del Nivel IV.
PW4 <u>Filtro Rápido de Arena-Convencional*</u> a. Convencional b. Agitación de Superficie (aire, agua, mecánica) c. Media Doble (arena y artificial) d. Flujo Ascendente	Nivel III Nivel III Nivel III Nivel IV
PW5 <u>Filtro Rápido de Arena-Avanzado</u> a. Multi-medio (arena, granate, carbón) b. Plato o tubo de sedimentación c. Polyelectrólitos (iónicos y anión) d. Biflujo** e. Dinámico** f. Sin-Válvula**	Nivel IV Nivel III Nivel IV
PW6 <u>Ablandamiento</u> a. Cal-sosa b. Zeolita	Nivel III Nivel IV
PW7 <u>Desinfección</u> a. Desinfección-cloro b. Yodo c. Ozono d. Ultravioleta	Nivel III Nivel IV Nivel IV Nivel IV

\*Incluye Fe, CaO, y/o Al para la coagulación, mezcla y dedimentación  
 \*\*En el presente requiere más evaluación en el campo.

e.	Cal, CuSO <sub>4</sub>	Nivel I
f.	Energía** (Pasteurización)	Nivel II
PW8.	<u>Sabor, Olor - Fe, Mn</u>	
a.	Aeración	Nivel II
b.	Zeolita	Nivel IV
c.	Cloro	Nivel III
d.	Absorbente - carbón animal	Nivel III
PW9.	<u>Desalinación - Sal</u>	
a.	Efecto múltiple	Nivel IV
b.	Congelamiento	Nivel IV
c.	Presión	Nivel IV
PW10.	<u>Desalinación - Agua Salobre</u>	
a.	Electrodiálisis (ED)	Nivel IV
b.	Osmosis Invertida (OI)	Nivel IV
c.	Química	Nivel IV
PW11.	<u>Filtración - con (Containment)</u>	
a.	Lecho Dunbar	
b.	Fibra de Coco/arróz medio carbonizado**	
c.	Asbesto/aguja de pino medias carbonizados**	

#### AGUA DE DESPERDICIO

PS1	<u>Primario - Convencional</u>	
a.	Separado	Nivel I
b.	Combinado	Nivel I
PS2	<u>Laguna de Estabilización Primaria</u>	
a.	De celda singular	Nivel I
b.	De celdas múltiples	Nivel I
PS3	<u>Cienos - Convencional</u>	
a.	Convencional, anaeróbico	Nivel III
b.	Calentado	Nivel III
c.	Espeso	Nivel IV
d.	Por etapas, incluyendo el mezclado	Nivel IV
e.	Aeróbico	Nivel IV
PS4	<u>Cienos - Avanzado</u>	
a.	Pirólisis - Zimpro	Nivel IV
b.	Incineración o pirólisis	Nivel IV
c.	Fertilizante, aplicación a la tierra	Nivel I
		Nivel IV
PS5	<u>Cienos Combinados - Imhoff</u>	Nivel I
PS6	<u>Filtro Norman - Secundario</u>	Nivel II

PS7	<u>Filtro de Alta Capacidad - Secundario</u>	
	a. Bio - filtro	Nivel III
	b. Accelofiltro	Nivel
	c. Aerofiltro	
	d. Filtro-Bioadsorción	
	e. Filtro Biológico Activado	
	f. Cama Biológica Fluidificada*	
PS8	<u>Cienos Activados - Secundario</u>	
	a. Solidos Min.	Nivel IV
	b. Convencional	Nivel III
PS9	<u>Aeración de Extensión Secundaria (Laguna de Oxidacion)</u>	
	a. Zanja Holandeza	
	b. INKA	Nivel III
	c. Laguna de aeración	
PS10	<u>Desinfección - Cloro</u>	
	a. *	Nivel II
PS11	<u>Cultivo en Agua</u>	
	a. Pescado, cultivo de pescado lechero, tilapia, lobina	Nivel I
	b. Plantas vasculares - Jacinto, Kang Kung	
	c. Ecológico	
	d. Irrigación	
PS12	<u>Dilución</u>	Nivel III
	a. Cibras gruesas	
	b. Cibras finas	
	c. Precipitación química, Guggenheim	
PS13	<u>Individual</u>	Nivel I
	a. Fosa séptica	
	b. Clivus multrum	
	c. Fosa sanitaria privada	
PS14	<u>Individual (Avanzado)</u>	Nivel III
	a. Químico	
	b. Térmico	
		Nivel IV

Finalmente, ha habido una suposición que todos los procesos ( $PW_i$  y  $PS_i$ ) requieren alguna clase de infraestructura pública o privada para supervisar la construcción y operación de las instalaciones de tratamiento individuales. Sin embargo, no hay un sistema físico multiunitario necesariamente asociado con cada operación de tratamiento. Por ejemplo, los  $PS_{13}$  individuales pueden ser construídos, suministrados y mantenidos por una organización, pero ellos están limitados físicamente a una unidad singular para una familia. Una suposición adicional es que los sistemas individuales (unidades familiares) están en una oposición razonable con los otros procesos o combinaciones las cuales están sujetas a las restricciones especificadas en la Tabla 4.

## UNA PRUEBA DE EL MODELO

Una prueba fué conducida por la comunidad de Nakuru, la cual está localizada en el Valle de Rife de la Región de Kenya. La primera página de salida de el modelo está contenida en Tabla 5. Para cada comunidad evaluada, el programa de computadora genera cinco páginas de salida. La primera página de salida es generada para el año base, el cual en el caso de Nakuru fué 1974. Las combinaciones de proceso enumeradas en el lado izquierdo de la hoja de salida son esas factibles para Nakuru. En la misma línea con cada uno de los procesos están los costos iniciales de construcción de el proyecto, el costo anual de mantenimiento, el costo total durante la vida de el proyecto, y la mano de obra requerida por las tres categorías de niveles de adiestramiento. De los procesos enumerados, el programa determina aquel con el costo total más bajo, y éste proceso es imprimido otra vez con un encabezado indicando que éste es el proceso de costo total más bajo. Esta línea de salida también contiene la población de la comunidad y el tamaño aproximado de la planta. El tamaño de la planta, el cual es determinado por medio de el NST de la comunidad, es la capacidad diaria aproximada en galones de E.U. para la planta de tratamiento propuesta.

La salida para Nakuru contiene la mayoría de las combinaciones de proceso posibles. En otras situaciones, el número de combinaciones factibles puede ser mucho más pequeño debido a que los requisitos de proceso no podían ser cumplidos debido a escasos recursos y escasa mano de obra. Los procesos básicos pueden ser eliminados por la falta de tales recursos como arena

Tabla 5. La Salida de el Modelo de Planificación para el Año Base Indicando los Procesos Seleccionados y los Relacionados Costos y Mano de Obra

PARA LA COMUNIDAD NAKARU  
 EN EL ESTADO O PROVINCIA DE LA REGION DE EL VALLE DE RIFT  
 EN EL PAIS DE KENYA  
 PARA EL GRUPO DE PLANIFICACION CENTRO DE AGUAS DE RIFT AÑO BASE = 1974

\*\*\*\*\* PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA IMPLEMENTACION EN...1974\*\*\*\*\*

COMBINACIONES DE PROCESOS FACTIBLES	COSTO (\$E.U.)		COSTO TOTAL 20 AÑOS	MANO DE OBRA REQUERIDA			POBLACION SERVIDA	TAMAÑO DE LA PLANTA EN GALONES (E.U.)
	INICIAL DE CONSTRUCCION	ANUAL DE MANTENIMIENTO		NO DIESTRA	DIESTRA	PROF		
PW1 + PW7	24947	14108	307120	4	0	0		
PW2 + PW3	346687	32930	1005292	5	0	0		
PW4 + PW7	34926	320830	6451526	6	2	2		
PW2 + PW4 + PW7	1922850	211964	6162130	6	2	2		
PW5 + PW7	67150	76459	1596348	2	1	1		
PW2 + PW5 + PW7	1530290	379229	9114872	6	2	2		

-37-

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

NO TRATAMIENTO + DESINFECCION	\$ 24947	\$ 14108	\$ 307120	4	0	0	60181	4513575
-------------------------------	----------	----------	-----------	---	---	---	-------	---------

\*\*\*\*\* PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO PARA IMPLEMENTACION EN ... 1974 \*\*\*\*\*

PS1 + PS5	763057	34744	1457982	2	1	0		
PS1 + PS3	142989	19914	541276	4	0	0		
PS2	9919186	128343	12486062	2	1	0		
PS1 + PS5 + PS6	728736	104725	2823236	2	1	0		
PS1 + PS9	1894573	98743	3869433	2	1	0		
PS1 + PS3 + PS6	12918747	31096	13540667	4	1	1		
PS1 + PS3 + PS7	4158555	14761	4452575	4	1	1		
PS1 + PS3 + PS8	1432547	61890	2670347	4	1	1		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

PRIMARIO-CONVENCIONAL + CIENOS - CONVENCIONAL	+\$ 142989	\$ 19914	\$ 541276	4	0	0	60181	4513575
---	------------	----------	-----------	---	---	---	-------	---------

silíceas, valores, reactivos químicos, o equipo de laboratorio. En el caso donde todos los procesos han sido eliminados y no hay combinaciones de procesos factibles, un mensaje será imprimido para indicar esto.

Los procesos de tratamiento de agua de desperdicio son tratados esencialmente en la misma manera como los procesos de tratamiento de agua. Las combinaciones de procesos factibles están enumeradas junto con sus costos y mano de obra. El proceso de costo total más bajo es imprimido otra vez con los costos y mano de obra, más la población proyectada o actual y el tamaño de la planta aproximado en galones por día. Para el año base, la población que no es servida es la misma que esa utilizado para el tratamiento de agua. Diferentes parámetros de población pueden ser especificados en los datos de entrada.

Si la opción de poco mantenimiento es deseada, ésta puede ser especificada seleccionando la alternativa 2 en No. III - 13 de el Apéndice B. Cuando ésta selección es escogida, el proceso de mantenimiento de costo bajo es seleccionado por el modelo y es imprimido abajo de la lista de procesos aceptables con un encabezado para indicar que es el proceso disponible que requiere menos mantenimiento. En el ejemplo de Nakuru, una observación de los resultados demuestra que los procesos de tratamiento de agua seleccionados de costo total más bajo son también esos que tienen el mantenimiento anual más bajo. Sin embargo, los procesos de tratamiento de agua de desperdicio de costo total más bajo en este ejemplo o en la prueba de otros ejemplos no siempre dió este resultado. En los casos en donde no hay un sistema central de colección, el modelo no investiga para procesos factibles de tratamiento de agua de desperdicio.

La Tabla 6 da la salida de la segunda página de la salida imprimida del ejemplo de Nakuru. En este punto, la población fué proyectada por cinco años a 1979. Los costos de tratamiento de agua y agua de desperdicio fueron otra vez calculados para los varios procesos seleccionados y en cada caso el método de tratamiento de costo total más bajo fué repetido con los datos de población y tamaño de planta añadidos. En este ejemplo particular, el proceso de costo más bajo para tratamiento de agua no es el tratamiento y desinfección (PW1+PW7). Para el tratamiento de agua de desperdicio, la combinación factible de costo total más bajo son los procesos de primario-convencional y el de cienos-convencional (PS1 + PS3). La tabla 7 da los resultados de simulación para 1984, y estos demuestran otra vez que el no tratamiento más desinfección y primario-convencional más cienos-convencional son los procesos de costo total más bajo. Los procesos de costo más bajo permanecen los mismos para 1989 y 1994.

Tabla 6. La Salida de el Modelo de Planificación para el Año Base + 5 Años Indicando los Procesos Seleccionados y los Relacionados Costos y Mano de Obra

PARA LA COMUNIDAD		NAKURU						
EN EL ESTADO O PROVINCIA DE		LA REGION DE EL VALLE DE RIFT						
EN EL PAIS DE		KENYA						
PARA EL GRUPO DE PLANIFICACION		CENTRO DE AGUAS DE RIFT					AÑO BASE = 1974	
***** PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA IMPLEMENTACION EN ... 1979 *****								
COMBINACIONES DE PROCESOS FACTIBLES	COSTO (\$E.U.) INICIAL DE CONSTRUCCION	COSTO (\$E.U.) ANUAL DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL 20 AÑOS	MANO DE OBRA REQUERIDA			POBLACION SERVIDA	TAMAO DE LA PLANTA EN GALONES (E.U.)
				NO DIESTRA	DIESTRA	PROF		
PW1 + PW7	26741	15424	335241	4	0	0		
PW2 + PW3	379032	36002	1093084	5	0	0		
PW4 + PW7	487750	350763	7503010	6	2	2		
PW2 + PW4 + PW7	2286643	231740	6922643	6	2	2		
PW5 + PW7	73415	83593	1745283	2	1	1		
PW2 + PW5 + PW7	1673062	414610	9965269	6	2	2		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

NO TRATAMIENTO + DESINFECCION	\$ 26741	\$ 15424	\$ 335241	4	0	0	65796	4934681
-------------------------------	----------	----------	-----------	---	---	---	-------	---------

\*\*\*\*\* PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO PARA IMPLEMENTACION EN...1979 \*\*\*\*\*

PS1 + PS5	834281	37986	1594009	2	1	0		
PS1 + PS3	156330	21772	591776	4	0	0		
PS2	10844623	140318	11650983	2	1	0		
PS1 + PS5 + PS6	890022	107295	3035922	2	1	0		
PS1 + PS9	2071332	101088	4105092	2	1	0		
PS1 + PS3 + PS6	14124037	34930	14822630	4	1	1		
PS1 + PS3 + PS7	4546539	15110	4848739	4	1	1		
PS1 + PS3 + PS8	1566201	69530	2956801	4	1	1		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

PREMARIO-CONVENCIONAL +\$ 156330 CIENOS - CONVENCIONAL	\$ 156330	\$ 21772	\$ 591776	4	0	0	65796	4934681
---	-----------	----------	-----------	---	---	---	-------	---------

Tabla 7. La Salida de el Modelo de Planificación para el Año Base + 10 Años Indicando los Procesos Seleccionados y los Relacionados Costos y Mano de Obra.

PARA LA COMUNIDAD		NAKURU							
EN EL ESTADO O PROVINCIA DE		LA REGION DE EL VALLE DE RIFT							
EN EL PAIS DE		KENYA							
PARA EL GRUPO DE PLANIFICACION		CENTRO DE AGUAS DE RIFT					AÑO BASE = 1974		
***** PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA IMPLEMENTACION EN...1984 *****									
COMBINACIONES DE PROCESOS FACTIBLES	COSTO (\$E.U.) INICIAL DE CONSTRUCCION	COSTO (\$E.U.) ANUAL DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL 20 AÑOS	MANO DE OERA REQUERIDA	NO DIESTRA	DIESTRA	PROF	POBLACION SERVIDA	TAMAÑO DE LA PLANTA EN GALONES (E.U.)
FW1 + FW7	27424	18432	396064	8	0	0			
FW2 + FW3	380992	43616	1253312	8	0	0			
FW4 + FW7	581228	391744	8416108	10	5	2			
FW2 + FW4 + FW7	2382459	246680	7316059	10	5	2			
FW5 + FW7	85280	88336	1852000	4	1	1			
FW2 + FW5 + FW7	3516141	426645	12049041	10	5	2			
EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE									
NO TRATAMIENTO + DESINFECCION	\$ 27424	\$ 18432	\$ 396064	8	0	0		71934	5395068
***** PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO PARA IMPLEMENTACION EN...1984 *****									
PS1 + PS5	910799	38232	1675439	4	2	0			
PS1 + PS3	169126	48929	1147706	6	0	0			
PS2	17470290	145953	20389350	4	2	1			
PS1 + PS5 + PS6	1093642	119182	3477282	4	2	1			
PS1 + PS9	2675080	111380	4905680	4	1	1			
PS1 + PS3 + PS6	21286723	37692	22040563	6	2	1			
PS1 + PS3 + PS7	4866692	23381	5334312	6	1	1			
PS1 + PS3 + PS8	1667648	78242	3232497	8	2	2			
EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE									
PRIMARIO-CONVENCIONAL + CIENOS - CONVENCIONAL	+\$ 169126	\$ 48929	\$ 1147717	6	0	0		71934	5395068

Tabla 8. La Salida de el Modelo de Planificación para el Año Base + 15 Años Indicando los Procesos Seleccionados y los Relacionados Costos y Mano de Obra

PARA LA COMUNIDAD NAKARU  
 EN EL ESTADO O PROVINCIA DE LA REGION DE EL VALLE DE RIFT  
 EN EL PAIS DE KENYA  
 PARA EL GRUPO DE PLANIFICACION CENTRO DE AGUAS DE RIFT AÑO BASE = 1974

\*\*\*\*\* PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA IMPLEMENTACION EN...1989 \*\*\*\*\*

COMBINACIONES DE PROCESOS DE PROCESOS FACTIBLES	COSTO (\$E.U.)		COSTO TOTAL 20 AÑOS	MANO DE OBRA REQUERIDA			POBLACION SERVIDA	TAMANO DE LA PLANTA EN GALONES (E.U.)
	INICIAL DE CONSTRUCCION	ANUAL DE MANTENIMIENTO		NO DIESTRA	DIESTRA	PROF		
PW1 + PW7	29983	19218	414343	8	0	0		
PW2 + PW3	407208	45820	1323608	8	0	0		
PW4 + PW7	635454	409633	8828114	10	5	2		
PW2 + PW4 + PW7	2604733	248499	7574713	10	5	2		
PW5 + PW7	91370	89644	1884250	4	1	1		
PW2 + PW5 + PW7	3844184	447791	12800004	10	5	2		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

NO TRATAMIENTO + DESINFECCION	\$ 29983.54	\$ 19218	\$ 414343	8	0	0	78645	5898407
-------------------------------	-------------	----------	-----------	---	---	---	-------	---------

\*\*\*\*\* PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO PARA LA IMPLEMENTACION EN...1989\*\*\*\*\*

PS1 + PS5	977114	39612	1769372	4	2	0		
PS1 + PS3	237676	53494	1307565	6	0	0		
PS2	19100200	146771	22035620	4	2	1		
PS1 + PS5 + PS6	1160983	130301	3767003	4	2	1		
PS1 + PS9	2934639	121771	5270059	4	1	1		
PS1 + PS3 + PS6	31406769	41209	32230929	6	2	1		
PS1 + PS3 + PS7	5040848	25562	5552088	6	1	1		
PS1 + PS3 + PS8	1895245	65542	3606085	8	2	2		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

PRIMARIO-CONVENCIONAL +\$ 237676 CIENOS - CONVENCIONAL	\$ 237676	\$ 53494	\$ 1307565	6	0	0	78645	5898407
---	-----------	----------	------------	---	---	---	-------	---------

Tabla 9. La Salida de el Modelo de Planificación para el Año Base + 20 Años Indicando los Procesos Seleccionados y los Relacionados Costos y Mano de Obra

PARA LA COMUNIDAD NAKARU  
 EN EL ESTADO O PROVINCIA DE LA REGION DE EL VALLE DE RIFT  
 EN EL PAIS DE KENYA  
 PARA EL GRUPO DE PLANIFICACION CENTRO DE AGUAS DE RIFT AÑO BASE = 1974

\*\*\*\*\*PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA IMPLEMENTACION EN...1994\*\*\*\*\*

COMBINACIONES DE PROCESOS DE PROCESOS FACTIBLES	COSTO (\$E.U.) INICIAL DE CONSTRUCCION	COSTO (\$F.U.) ANUAL DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL 20 AÑOS	MANO DE OBRA REQUERIDA			POBLACION SERVIDA	TAMAÑO DE LA PLANTA EN GALONES (E.U.)
				NO DIESTRA	DIESTRA	PROF		
PW1 + PW7	32780	20078	434340	8	0	0		
PW2 + PW3	435370	48229	1400450	8	0	0		
PW4 + PW7	694740	429191	9278560	10	5	2		
PW2 + PW4 + PW7	2847746	251420	7876146	10	5	2		
PW5 + PW7	98029	93635	1970909	4	1	1		
PW2 + PW5 + PW7	4202834	470909	13621014	10	5	2		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

NO TRATAMIENTO + DESINFECCION	\$ 32780	\$ 20078	\$ 434340	8	0	0	85983	6448710
-------------------------------	----------	----------	-----------	---	---	---	-------	---------

\*\*\*\*\* PROCESOS APROPIADOS DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO PARA IMPLEMENTACION EN...1994 \*\*\*\*\*

PS1 + PS5	1049617	43308	1915777	4	2	0		
PS1 + PS3	244488	58485	1414188	6	0	0		
PS2	20882190	158599	24054170	4	2	1		
PS1 + PS5 + PS6	2143936	142457	4993076	4	2	1		
PS1 + PS9	2905805	133132	5568445	4	1	1		
PS1 + PS3 + PS6	35380160	45053	36281220	6	2	1		
PS1 + PS3 + PS7	6231252	27947	6790212	6	1	1		
PS1 + PS3 + PS8	1934746	93522	3805186	8	2	2		

EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE DESPERDICIO DE COSTO TOTAL MINIMO ES EL SIGUIENTE

PRIMARIO-CONVENCIONAL +\$ 244488 CIENOS - CONVENCIONAL	\$ 244488	\$ 58485	\$ 1414188	6	0	0	85983	6448710
---	-----------	----------	------------	---	---	---	-------	---------

## PLAN Y LIMITACIONES DE EL MODELO

Puesto que la perspectiva de el modelo es global, un listado grande de procesos de tratamiento son considerados como candidatos potenciales para el tratamiento de agua de desperdicio. El listado de procesos está abierto a una expansión según nuevas ideas son probadas por medio de la red global que actua en el traslado tecnológico adaptivo e innovato. Sin embargo, en ciertas áreas algunos procesos se prestan a si mismos a mayores probabilidades de éxito que otros. Por ejemplo, los obuios para una comunidad rural son:

### Agua

PW1 No Tratamiento  
PW2 Pre-Tratamiento  
PW11 Filtración-con (Containment)

### Agua de Desperdicio

PS2 Laguna de Estabilización Primaria  
PS3 Cienos-Convencional  
PS4 Cienos-Avanzado  
PS11 Cultivo en Agua  
PS12 Dilución  
PS13 Individual

Para explicar las variaciones locales, el modelo puede ser adaptado de acuerdo cono sea necesaria la adición o eliminación de procesos.

Inicialmente el modelo estaba limitado para comunidades organizadas o pueblos nucleados que varían en población de 500 a 100,000 habitantes. En el nivel inferior, la lógica era esa de un sistema mínimo. Sistemas de familias individuales serían aceptados, si éstas fueran administradas colectivamente, etc. En áreas altamente pobladas, las comunidades más desarrolladas han sido mayormente capaces de desarrollar sistemas

más adecuados sin la necesidad de un modelo de planificación\* o sea ellos pueden proporcionar la pericia profesional.

Los requisitos de los datos de el modelo son razonables. El modelo está de tal manera estructurado que hasta el 30 por ciento de los artículos pueden faltar y todavía así una identificación razonable de la comunidad puede obtenerse. En realidad, una alternativa sería el llegar al nivel de comunidad por medio de una simple consulta de los escenarios en el Apéndice A, de esta manera evitando los requisitos totalmente.

Otra limitación de el estudio es respecto a los componentes de el abastecimiento de agua y tratamiento de agua negra.\*\* Suponiendo una comunidad singular, el sistema de agua se puede descomponer en cuatro grupos o una serie de linajes: (1) recursos hidráulicos, (2) sistema de entrega, (3) sistema de uso, y (4) sistema de evacuación. Los recursos se refieren a la localización, la cantidad y la calidad de el agua disponible y otras características de el ambiente natural tales como el clima y topografía. El sistema de entrega se refiere a los medios disponibles para el desarrollo de los recursos y el abastecimiento de agua a el punto en donde se va a usar. Esto abarca tecnología, habilidades de ingeniería y ferretería

---

\* D. Donalson, "El Progreso en los Programas de Agua Rural de Latinoamérica" Boletín de la Organización Panamericana de Salud, VIII 1, 1974, pp. 41-42.

\*\* La estructura de el modelo puede también ser considerada como procesos, actividades, trayectorias y sistemas. En vista de esto, los procesos son las operaciones tecnológicas más pequeñas, tal como sedimentación, filtración, etc. Las combinaciones de los procesos para cumplir con las metas específicas de calidad, el próximo nivel de agregación de uno o más procesos, serían las actividades proporcionando los niveles de tratamiento. Trayectorias son grupos de actividades conectados dentro de el sistema de agua, el sistema de evacuación de desperdicio, etc. El sistema total entonces se interesaría con el mundo de agua, incluyendo el drenaje, la irrigación, etc.

desde los niveles más primitivos hasta los más sofisticados. El sistema de uso se refiere a los propósitos por los cuales el agua es empleada a las cantidades y calidades requeridas para cada uno. El sistema de evacuación se refiere a los medios disponibles de tomar el agua usada y sus contenidos de desperdicios de el hogar y regresarla al ambiente.

La face de el tratamiento de agua de el estudio trata solamente con el tratamiento de el agua en algún lugar entre el recurso y el consumidor final. Esta técnica está forzada por un lado por el agua obtenida de presas, pozos y tuberías y por el otro lado por el sistema de distribución tal como una rejilla o hidrante. Los dos lados están considerados fijos, pero los métodos de obtención y distribución en si afectan los costos de tratamiento, hasta un grado. Sin embargo, este efecto no deberá ser muy evidente porque la calidad de el agua y el tamaño de el sistema están incuñdos en el modelo. Por lo tanto, cada solución es para un recurso particular por escala y calidad.

La misma restricción le aplica al tratamiento de el agua de desperdicio. Los métodos de tratar el desperdicio están interesados con regresar el agua de desperdicio al ambiente de modo de que la polución sea reducida. La transportación de el agua de desperdicio fuera del hogar no es considerada en el presente.

## APENDICES

Apéndice A - Descripción de las Categorías de NST

Apéndice B - La Hoja de Datos de el Modelo de Planificación de Tratamiento de Agua y Agua de Desperdicio.

Apéndice C - Determinación de Costo de Proceso

Apéndice D - Costo y Parámetros de Mano de Obra para Procesos de Tratamiento Seleccionados de Agua y Agua de Desperdicio por Nivel Socio-Tecnológico y Escala (o Tamaño)

## APENDICE A

### DESCRIPCION DE LAS CATEGORIAS DE NST

El método empleado en este estudio fué establecer cuatro niveles de desarrollo de modo de que cualquier comunidad pueda ser clasificada fácilmente en una de estas categorías. El estado de desarrollo fué definido según la suma de los factores socio-culturales y socio-económicos que son parte tan esencial de cualquier comunidad o grupo de gente. Las características generales de cada nivel de comunidad son descritas abajo.

#### Comunidades de Nivel I

Las comunidades de nivel I son esas cuyo progreso económico y social depende con respecto al empleo continuo de gente de alto nivel de afuera en una extensa variedad de posiciones centrales en instituciones mayores públicas y privadas. En esta etapa los recursos humanos innatos son insuficientes para permitir que estas comunidades procedan hacia delante por si solas. Casi siempre sin excepción estas requieren ayuda externa para su progreso. Normalmente la comunidad de Nivel I es esencialmente una cultura agrícola, con la mayoría de la población siendo rural o nómada. La mayor parte de la población rural que rodea a la comunidad se ocupan en actividades subsistentes contribuyendo marginalmente a la economía del mercado. Esas ocupadas en cosechas en efectivo, tal como té o vegetales, son una pequeña minoría.

La gran mayoría de la población está comprometida en actividades de sub-

sistencia tradicional y tiene muy poco contacto con los sectores que se modernizan de la comunidad. Hay una crítica escasez de todas las categorías de la gente de alto nivel: profesional y subprofesional, administrativo y clerical, maestros, supervisores y artesanos expertos. En muchas de estas comunidades, el número total de personas nativas que tienen una educación secundaria o un equivalente es ciertamente menos de 1 por ciento, y en algunos casos, puede que esté mas cerca de un décimo de 1 por ciento.

En muchas comunidades de Nivel I, La población ya no es estable, pero está empezando a aumentar conforme se hace progreso en el control de enfermedades con la expansión de servicios de salud.

En algunas áreas, la aglomeración de gente en la tierra, el lanzamiento inicial de la educación en estas áreas, y la construcción de carreteras ha animado el movimiento de gente a los pueblos y ciudades grandes. La aglomeración y el desempleo están siendo notados en áreas urbanas más grandes.

La educación en las comunidades de Nivel I está subdesarrollada en cada nivel. Alcanza solo una fracción de la población; su calidad es baja; y es incapaz de satisfacer aún las necesidades mínimas para la gente de alto nivel local. Muchas de las escuelas están operadas por "agencias voluntarias" o organizaciones de misioneros y las variaciones en los planes de estudio son extensas. En la mayoría de estas comunidades, la mayor parte de los maestros de escuelas primaria "no están calificados" lo cual generalmente quiere decir que ellos en si han tenido más de seis o siete años de escuela primaria. El modelo característico de la mayoría

de las comunidades de Nivel I es que muchos alumnos empiezen el primer año, luego se salgan, y despues regrecen otra vez como repetidores y después se salgan otra vez.

### Comunidades de Nivel II

Comunidades de Nivel II podrían ser llamadas "relativamente avanzadas." Estas comunidades parcialmente desarrolladas todavía en gran parte dependen de las comunidades más avanzadas o de ciudades centrales para su abastecimiento de gente críticamente necesitada en las áreas de ciencia e ingeniería. Pero ellas son capaces de producir la gran mayoría de su propia gente de alto nivel no técnico, tal como maestros, gerentes, y supervisores con alguna asistencia de países avanzados o otras áreas dentro del mismo país. Ellos todavía no son capaces de desarrollar bastante gente de alto nivel (particularmente ingenieros, científicos y maestros altamente preparados) para progresar en el camino hacia la industrialización completamente bajo su propio poder. En muchas áreas, una gran porción, aproximadamente la mitad de la población, está comprometida en actividades de subsistencia fuera de la economía del mercado. La mayoría de la población agrícola produce a lo menos algunas comodidades las cuales son vendidas al contado. En algunas áreas hay un núcleo de industria moderna y en algunas comunidades el sector industrial es de buen tamaño. Algunas comunidades tienen fábricas textiles y plantas de fabricación de metal libiano mientras que otras tienen grandes compañías de minería y petróleo, la gran mayoría de éstas son en parte operadas y propiedad de empresas extranjeras. Establecimientos de banco y comercio son mucho más desarrollados que los que se encuentran en las comu-  
nida-

des de Nivel I, como lo están los sistemas de transporte y comunicación. Así pues, el sector moderno de la comunidad es más grande y mucho más complejo que ese en la comunidad de nivel I, y el empleo de gobierno ya no domina más al mercado laboral.

En casi todas las comunidades de Nivel II, hay un propagado conocimiento de la necesidad de un desarrollo rápido económico y social, aún en una mayoría de los casos no hay una estrategia bien definida para realizarlo. Pero en comparación con las comunidades de Nivel I, hay una participación más propagada por cuenta de la gente en la vida política de la comunidad y, consecuentemente, una mayor presión por la expansión educativa y un mejoramiento general en las normas de vida.

#### Comunidades de Nivel III

En términos de desarrollo de el recurso humano la comunidad de Nivel III por lo regular ha viajado aproximadamente la mitad de la distancia entre la parcialmente desarrollada (Nivel II) y la comunidad avanzada (Nivel IV). El porcentaje de inscripción a la escuela secundaria es tres veces más alto, y su inscripción a escuela primaria es 50 por ciento más alta. La comunidad semi-avanzada (Nivel II) prácticamente tiene disponible a toda la gente de alto nivel que necesita excepto esas ocupaciones que requieren personal científico y técnico. Aunque la escasez de científicos e ingenieros persiste, no es tanta así como para prevenir a la comunidad de importar y adaptar tecnología moderna con éxito sin alguna gran ayuda externa. Brevemente, se puede decir que la comunidad de Nivel III ha pasado la etapa crítica respecto al desarrollo de recurso humano. La comunidad Nivel III está encaminada a ser una comunidad avanzada, y puede

absorber a todos esos elementos que terminan una educación profesional, sin distinción al campo de estudio. Aun entre esos elementos entrenados profesionalmente, puede ser que **hayan** excesos y escasez.

Generalmente, los salarios pagados a la mano de obra de alto grado en la ciencia, ingeniería, y posiciones administrativas en la mayoría de las comunidades de Nivel III son suficientes como para atraer a los jóvenes a entrenar en estos campos. El prestigio de un hombre preparado técnicamente es alto, y en cuanto a administración profesional toca es considerada como una carrera lo que no ocurre en áreas menos desarrolladas. Puesto administrativos en el gobierno también tienen reputación de alto prestigio y altos salarios, pero esto no significa que no necesitan una educación equivalente a las de las otras profesiones. La asignación de la mano de obra de alto grado por medio de otros medios que solo la estructura relativa de los salarios ha avanzado un tanto en las comunidades de Nivel III. Hay servicios de empleo públicos, aunque estos tienden a servir a la mano de obra no muy diesta que al profesionista. Algunos intentos se han hecho también por establecer registros de personal científico y técnico, pero generalmente las oportunidades de empleo para esta gente son suficientes sin la asistencia de ninguna agencia de trabajo.

#### Comunidades de Nivel IV.

La comunidad típica en el cuarto nivel de desarrollo del recurso humano es una economía avanzada industrial. Esta es capaz de hacer descubrimientos científicos, tecnológicos y organizacionales mayores e innovaciones. Esto es debido a que posee una reserva relativamente grande de mano de obra de alto grado, particularmente científicos, ingenieros, y

seguir así por algún tiempo valiéndose de su propia fuerza.

La cantidad y calidad de la mano de obra de alto nivel en las comunidades de Nivel III es mucho más inferior a la de las comunidades avanzadas. La comunidad de Nivel III es seguidora y no la originadora de las innovaciones científicas, de ingeniería, y organizadoras. En efecto, una comunidad en este nivel tiene una amplia base de educación primaria con, en lo general, escuelas secundarias bien desarrolladas y quizás una institución de educación profesional. No ha sido posible desarrollar la gente para investigación las cuales son características de comunidades avanzadas. En el área de la mano de obra, las instituciones aunque capaces de proveer las necesidades mínimas iniciales son a menudo orientadas impropiamente a confrontarse con los desafíos implantados por la modernización rápida. En algunos casos, demasiada gente están siendo entrenados en campos para los que la demanda prospectiva no iguala a la demanda. Industrialización está muy bien avanzada en comunidades de Nivel III. La mayoría de estos ya no son predominantemente orientados hacia la agricultura. Transporte, fuerza, y comunicación están en gran parte, bien desarrollados. Sin embargo, hay refrenos y obstáculos en la producción eléctrica, servicio de ferrocarril, irrigación, etc., esto se debe en parte a la escasez de una mano de obra diestra y técnica que construya y opere los, previamente mencionados, servicios.

Como muchas de las comunidades menos desarrolladas, algunas de las comunidades de Nivel III tienen un exceso de recursos humanos no diestros. Hay un exceso relativo entre ciertos tipos de graduados de universidad. El nivel de desarrollo económico todavía no es bastante alto como para

personal supervisor y administrativo. La comunidad ha hecho un compromiso bastante fuerte con respecto a la educación, especialmente hacia la educación profesional y al desarrollo general del recurso humano. Puesto que cambios rápidos en la tecnología afectan las habilidades y ocupaciones en todos los niveles en la comunidad avanzada industrial, la educación y el entrenamiento tienden a inclinarse hacia la flexibilidad mejor que hacia la especialización.

Las medidas de desarrollo educacional demuestran diferencias angostas, pero aún ellas son substanciales. Por ejemplo, las comunidades de Nivel IV tienen 3 veces más estudiantes inscritos en la educación de primer nivel (primaria) que las comunidades de Nivel I y como un quinto más que las comunidades de Nivel III. Aún los porcentajes de individuos en instituciones científicas y técnicas son más altos y esos inscritos en humanidades, bellas artes, y leyes son menores en las comunidades avanzadas que en las comunidades de desarrollo de menor nivel de recurso humano. Finalmente, las comunidades avanzadas gastan casi un tercio más de sus ingresos en educación pública que las comunidades de Nivel III.

De la descripción general de los niveles de desarrollo, un número de variables fueron seleccionados basadas en su disponibilidad al nivel local y como reflectaron el nivel de desarrollo al nivel de comunidad.

APENDICE B

HOJA DE DATOS PARA EL MODELO DE PLANIFICACION DE TRATAMIENTO DE AGUA Y AGUA  
DE DESPERDICIO

I. Información General

1. Localidad de la Comunidad \_\_\_\_\_  
Nombre de la Ciudad \_\_\_\_\_  
Provincia o Estado \_\_\_\_\_  
País \_\_\_\_\_
2. Grupo de Planificación o Agencia \_\_\_\_\_

II. Demográfico - El modelo requiere algunos datos básicos de la población con el propósito de planear la capacidad. Dos factores son requeridos. Si datos locales o con respecto al lugar no son disponibles por favor use un estimado nacional y también indique si la información proporcionada es de un recurso nacional o local.

Conteste ya sea A o B

- A. 1. Población Actual - La cantidad o estimado de la población actual deberá de reflejar el número de habitantes que la propuesta facilidad de tratamiento de agua o agua negra vaya a servir.

Poblacion Actual \_\_\_\_\_ o estime lo siguiente:

- (1) Entre 500 y 2,500 personas  
(2) 2,500 - 15,000  
(3) 15,000 - 50,000  
(4) 50,000 - 100,000  
(5) Recurso de la información \_\_\_\_\_

2. Razón de crecimiento anual de la población \_\_\_\_\_ o estime en lo siguiente:

- (1) Menor de 1%
- (2) 1% - 1.5%
- (3) 1.5% - 2.0%
- (4) 2.0% - 2.5%
- (5) 2.5% - 3.0%
- (6) 3.0% - 3.5%
- (7) 3.5% - 4.0%
- (8) Mayor que 4%
- (9) Recurso de la información \_\_\_\_\_

B. Estimado de la población en el último censo \_\_\_\_\_

Fecha del Censo \_\_\_\_\_

Recurso del Censo \_\_\_\_\_

La razón de crecimiento correspondiente al último censo o la razón de crecimiento anual actual \_\_\_\_\_

III. Datos Socio Económicos - El propósito de esta sección es de juntar bastante información acerca de la comunidad de modo de que pueda ser clasificada en uno de los cuatro niveles de desarrollo. La técnica empleada ha sido de requerir información que está generalmente disponible y que puede ser obtenida a un nivel local. Porfavor incluya ud. cualquier información que ud. crea que sea pertinente.

MARQUE UD LA CATEGORIA MAS APPROPRIADA PARA LAS PREGUNTAS SIGUIENTES

1. El promedio del nivel de educación obtenido por los habitantes en la comunidad

Nivel	Ninguno	Primaria	Secundaria	Instituto Técnico	Universidad
(1)	95%	4%	1%	0%	0%
(2)	70%	19%	7%	3%	1%
(3)	55%	22%	14%	6%	3%
(4)	9%	34%	42%	8%	7%
(5)	Other _____				

2. El promedio de la distribución de la mano de obra en la comunidad.

<u>Nivel</u>	<u>Inexperto</u>	<u>Semi-Experto</u>	<u>Profesional</u>
(1)	97%	2%	1%
(2)	80%	16%	4%
(3)	61%	27%	12%
(4)	45%	30%	25%

3. El promedio anual de los ingresos de cada familia en términos de la moneda de su país.

<u>Cantidad</u>	<u>Unidad Monetaria</u>
-----------------	-------------------------

Si es disponible, también marque ud. la equivalencia aproximada de esta cantidad en las siguientes cantidades:

- \_\_\_\_\_ (1) menor de \$100
- \_\_\_\_\_ (2) \$100 - \$500
- \_\_\_\_\_ (3) \$500 - \$1,000
- \_\_\_\_\_ (4) \$1,000 - \$3,000

4. Entre los empleados muy expertos y técnicos (por ejemplo, el ingeniero, el químico etc.) que porcentaje de estos es gente no-local o no-nativa.

- \_\_\_\_\_ (1) Menor de 10%
- \_\_\_\_\_ (2) 10% - 25%
- \_\_\_\_\_ (3) 25% - 50%
- \_\_\_\_\_ (4) 50% - 75%
- \_\_\_\_\_ (5) 75% - 100%

5. ¿Hay algunas escuelas primarias y secundarios operadas por organizaciones voluntarias o misioneras en vez que el mismo gobierno?

\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No



(2) Habilidad limitada de reembolsar, sin embargo, los beneficios exceden a los costos.

(3) Prospectos de reembolso son buenos; los benefactores tienen relativamente altos ingresos.

14. ¿Está el desempleo esparcido?  
\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

15. ¿Hay servicios consultativos ampliamente disponibles a los agricultores para el desarrollo de la comunidad o para otros programas diseñados a mejorar las habilidades y enlistar la participación de los habitantes?  
\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

16. ¿La mayoría de los estudiantes de la comunidad reciben su educación en comunidades vecinas, países vecinos, o otros países extranjeros?  
\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

17. El nivel de tecnología disponible puede ser clasificado generalmente como

\_\_\_\_\_ (1) Herramientas solamente

\_\_\_\_\_ (2) Herramientas de maquinaria (ex., equipo operado por gasolina)

\_\_\_\_\_ (3) Productos químicos (fertilizantes, cloruro)

\_\_\_\_\_ (4) Tecnología eléctrica

18. ¿El gobierno domina el mercado laboral?  
\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

19. ¿Hay servicios de empleo público fácilmente disponibles?  
\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

Preguntas 20 - 23 se refieren a la disponibilidad de materiales y equipo. Marque ud. esos artículos que nunca son disponibles en la comunidad.

20. Equipo de operación. ¿Cual de los siguientes artículos nunca son disponibles en la comunidad local?

- \_\_\_\_\_ (1) Medidores de Agua
- \_\_\_\_\_ (2) Equipos de soldadura
- \_\_\_\_\_ (3) Antorcha de acetileno
- \_\_\_\_\_ (4) Aparatos de registro - tal como termostátos
- \_\_\_\_\_ (5) Equipo de laboratorio ex. probetas
- \_\_\_\_\_ (6) Plantas de fuerza portátiles ex. generadores eléctricos operados por gasolina.
- \_\_\_\_\_ (7) Motores ex. Motores eléctricos de 1-3 caballos de fuerza.
- \_\_\_\_\_ (8) Bombas de Agua

21. Materiales de proceso. ¿Cual de los siguientes artículos nunca son disponibles en la comunidad local?

- \_\_\_\_\_ (1) Cañería (arcilla, acero, cemento, plastico, cobre, etc.)
- \_\_\_\_\_ (2) Accesorios de cañería
- \_\_\_\_\_ (3) Pintura
- \_\_\_\_\_ (4) Válvulas
- \_\_\_\_\_ (5) Tanques
- \_\_\_\_\_ (6) Calibrador de vacío
- \_\_\_\_\_ (7) Intercambiador de calor

22. Provisiones para la operación y mantenimiento: ¿Cual de los siguientes artículos nunca son disponibles en la comunidad local?

- \_\_\_\_\_ (1) Arena sílica
- \_\_\_\_\_ (2) Grava graduada
- \_\_\_\_\_ (3) Agua limpia
- \_\_\_\_\_ (4) Gasolina

23. Reactivos químicos: ¿Cual de los siguientes reactivos nunca son disponibles en la comunidad local?

- \_\_\_\_\_ (1)  $Al_2(SO_4)_3$  (sulfato de aluminio)
- \_\_\_\_\_ (2)  $FeCl_3$  (cloruro férrico)
- \_\_\_\_\_ (3) Carbón activado
- \_\_\_\_\_ (4)  $CaO$  (óxido de calcio)
- \_\_\_\_\_ (5)  $NaCO_3$  (carbonato de sodio)
- \_\_\_\_\_ (6)  $Cl_2$  (cloruro)
- \_\_\_\_\_ (7)  $O_3$  (Ozono)
- \_\_\_\_\_ (8) Reactivos químicos de laboratorio

24. El recurso mayor de agua (Marque la categoría apropiada)

- \_\_\_\_\_ (1) Río o arroyo
- \_\_\_\_\_ (2) Lago o represa
- \_\_\_\_\_ (3) Pozos
- \_\_\_\_\_ (4) Mar o agua solobre

25. Demanda aproximada de agua por persona (diariamente)

- \_\_\_\_\_ (1) Demandas al corriente \_\_\_\_\_ en \_\_\_\_\_  
(unidades)
- \_\_\_\_\_ (2) Proyección de 10 años \_\_\_\_\_

26. ¿Esta el agua de pozo disponible?

- \_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

27. ¿Están los pozos ya perforados? \_\_\_\_\_ mgd

¿Capacidad Actual? \_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (2) No

28. ¿Hay una red colectora central de aguas negras en existencia?

\_\_\_\_\_ (1) Si \_\_\_\_\_ (1) No

29. ¿Están los datos siguientes de aguas negras disponibles?
- (1) Actualmente conectado al sistema \_\_\_\_\_ %
  - (2) Para ser conectado dentro de 5 años del comienzo del proyecto \_\_\_\_\_ %
  - (3) Para ser conectado dentro de 10 años \_\_\_\_\_ %
30. ¿Hay empresas industriales y comerciales que esten usando el sistema de aguas negras? y si es asi, ¿en que cantidad? (en miles de galónes)
- (1) Actualmente \_\_\_\_\_
  - (2) Dentro de 5 años \_\_\_\_\_
  - (3) Dentro de 10 años \_\_\_\_\_

7. A. Calidad de el Agua Cruda - El propósito de esta sección es el proporcionar como entrada o el modelo los resultados de las pruebas que han sido llevadas a cabo en la entrada o agua cruda. Actualmente, los resultados de siete pruebas son requeridas; sin embargo, solamente dos son requeridas, turbidez y coliforme.

- (1) \*Número de coliformes \_\_\_\_\_ (NMP/100ml)
- (2) \*Turbidez \_\_\_\_\_ (mg/l o UTJ)
- (3) BOD \_\_\_\_\_ (mg/l)
- (4) PH \_\_\_\_\_ (0 14)
- (5) Oxígeno Disuelto \_\_\_\_\_ (mg/l)
- (6) Temperatura \_\_\_\_\_ ( C)
- (7) Cloro \_\_\_\_\_ (mg/l)

B. Calidad de el Agua de Desperdicio:

- (1) \*Dureza \_\_\_\_\_ (mg/l)
- (2) \*Sólidos Disueltos Totales \_\_\_\_\_ (mg/l)
- (3) \*Dilución \_\_\_\_\_ (PCS/1000PE)

\_\_\_\_\_  
Datos necesarios para el modelo profético

(4) \*Fe y Mn \_\_\_\_\_ (mg/l)

## APENDICE C

### DETERMINACION DE COSTO DE EL PROCESO

El procedimiento es como sigue:

- Paso 1. Determine por cada proceso de tratamiento el porcentaje del costo total incluyendo mano de obra y materiales. Como un ejemplo, suponga que el análisis de costo de la construcción de una instalación de un filtro normal secundario demostró 50% de material. Los costos de operación se pueden descomponer como 80% de mano de obra y 20% de material.
- Paso 2. Costos de mano de obra son además divididos en trabajo experto e inexperto. Materiales son divididos en el porcentaje que debe de importarse.

Los pasos 1 y 2 son demostrados como sigue con los porcentajes típicos para el proceso de el filtro normal secundario. Estos valores definen con el tamaño de la población y de país a país, dependiendo en el nivel de tecnología:

Un Ejemplo de el Porcentaje de Mano de Obra y Material para la Construcción y la Operación y Mantenimiento de el Proceso de Filtro Normal Secundario

#### A. Costos de Construcción

Número de Proceso	Por Ciento de Mano de Obra	Trabajo Inexperto	Trabajo Experto	Por Ciento de Material	Del País	Importado
PS6 Filtro Normal Secundario	50%	30%	20%	50%	40%	10%

#### B. Costos Anuales de Operación y Mantenimiento

Número de Proceso	Proceso	Por Ciento de Mano de Obra	Trabajo Inexperto	Trabajo Experto	Por Ciento de Material	Del País	Importado
PS6	Filtro Normal Secundario	80%	60%	20%	20%	5%	15%

Para determinar los costos de construcción o de operación y mantenimiento para países en desarrollo usando costos en E.U., la siguiente fórmula es utilizada:

$$C_{PED} = C_{E.U.} \left[ (M_{inexperta} \times \frac{PED}{E.U.}) + (M_{experto} \times \frac{PED}{E.U.}) + (M'_{del\ país} \times \frac{PED}{E.U.}) + (M'_{Importados} \times \frac{PED}{E.U.}) \right]$$

En donde:

- C = Costo
- M = Mano de Obra
- M' = Por ciento de costo de materiales
- PED = Países en desarrollo
- E.U. = Estados Unidos

Los valores reales para el costo de mano de obra y materiales fueron coleccionados para la matriz de recurso descrita anteriormente. De estos datos los coeficientes de traspaso serán calculados y el costo total por persona para la construcción, la operación y mantenimiento serán disponibles para la evaluación en la selección de el proceso de tratamiento más apropiado (costo mínimo).

La determinación de el costo total para el proceso de tratamiento de el agua y agua negra es como sigue"

$$\text{(construcción)} \quad C_2 = C_1(P) \left[ (X_{11}) \left( \frac{X_{21}}{X_{22}} \right) + (X_{12}) \left( \frac{X_{31}}{X_{32}} \right) + (X_{41}) (X_{51}) + (X_{42}) (X_{52}) \right]$$

$$\text{(mantenimiento)} \quad C_3 = C_5(P) \left[ (X_{11}) \left( \frac{X_{21}}{X_{22}} \right) + (X_{12}) \left( \frac{X_{31}}{X_{32}} \right) + (X_{41}) (X_{51}) + (X_{42}) (X_{52}) \right]$$

Consecuentemente el costo total sobre un período de veinte años es:

$$C_4 = C_2 + C_3 (20)$$

Donde:

- $C_1$  = Costo total de construcción por persona en E.U.,
- $C_2$  = Costo total de construcción de el proceso,
- $C_3$  = Costo total de mantenimiento de el proceso por un año,
- $C_4$  = Costo total de el proceso por 20 años,
- $C_5$  = Costo total de el mantenimiento por persona en E.U.,
- $P$  = Población a la que se el presta el servicio,
- $X_{11}$  = Porciento de mano de obra inexperta--PED,
- $X_{12}$  = Porciento de mano de obra diestra--PED,
- $X_{21}$  = Salario por hora de la mano de obra no diestra--PD,
- $X_{31}$  = Salario por hora de la mano de obra diestra--PED,
- $X_{32}$  = Salario por hora de la mano de obra diestra--PD,
- $X_{41}$  = Porciento de materiales manufacturados afuera de ese sitio,
- $X_{42}$  = Porciento de materiales manufacturados afuera de ese sitio,
- $X_{51}$  = Costo de los materiales manufacturados en ese sitio--PED/PD! y y
- $X_{52}$  = Costo de los materiales manufacturados afuera de ese sitio--PED/DC.

Las variables anteriores diferirán dependiendo en el nivel tecnológico o de desarrollo de la comunidad en consideración. Variaciones ocurrirán también debido a el tamaño de la población a la que se le presta el servicio. Por ejemplo, las poblaciones mayores generalmente tienen un costo menor por persona para el tratamiento de agua y agua negra. Con el propósito de figurar los costos basados por persona, las comunidades fueron descompuestas en cuatro grupos de población:

1. 500 - 2,499
2. 2,500 - 14,999
3. 15,000 - 49,999
4. 50,000 - 100,000

## APENDICE D

Costo y Parámetros de Mano de Obra para Procesos de Tratamiento Seleccionados de Agua y Agua de Desperdicio por Nivel Socio-Tecnológico y Escala.

---

\*Estos datos cubren los procesos PW1 hasta PW10, y PS1 hasta PS10. PW11 y PS11, 12, 13, y 14 requieren información adicional. Todos estos están basados en experiencias modificadas en E.U. Vea Apéndice C. Los datos nuevos, para la red global y otros recursos están en desarrollo.

TABLA D-1 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: No Tratamiento (PWL)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	8.65	6.45	5.50	6.00			
	Operación y Mantenimiento	0.50	0.90	1.02	2.00	1		
2 (2,500-14,999)	Construcción	2.16	1.61	1.48	1.50			
	Operación y Mantenimiento	0.31	0.56	0.64	1.25	2		
3 (15000-49999)	Construcción	1.08	0.80	0.66	0.75			
	Operación y Mantenimiento	0.12	0.25	0.31	0.50	4		
4 (50000-100000)	Construcción	0.72	0.53	0.51	0.50			
	Operación y Mantenimiento	0.06	0.13	0.16	0.25	8		

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

D-1

TABLA D-2 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Pre-Tratamiento (PW2)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	8.87	10.76	12.51	14.59			
	Operación y Mantenimiento	3.27	2.95	2.19	4.00	1	1	
2 (2,500-14999)	Construcción	7.29	8.85	10.56	12.00			
	Operación y Mantenimiento	1.63	1.35	1.10	2.00	1	1	
3 (15000-49999)	Construcción	4.86	6.96	7.59	8.00			
	Operación y Mantenimiento	0.82	0.73	0.62	1.00	3	2	1
4 (50000-100000)	Construcción	1.22	1.49	2.03	2.00			
	Operación y Mantenimiento	0.41	0.37	0.31	0.50	5	4	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-3 . Parametros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Filtro de Arena Lento (PW3)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexerto	Experto	Profesional
I  (500-2,499)	Construcción	12.65	16.50	16.00	20.00			
	Operación y Mantenimiento	1.33	2.00	2.33	5.00	1		
2  (2,500-14999)	Construcción	9.03	11.72	11.85	14.28			
	Operación y Mantenimiento	0.60	0.90	1.05	2.25	2		
3  (15000-49999)	Construcción	6.33	7.18	7.68	10.01			
	Operación y Mantenimiento	0.33	0.58	0.73	1.25	5		
4  (50000-100000)	Construcción	3.95	6.98	5.21	6.25			
	Operación y Mantenimiento	0.20	0.35	0.44	0.75	8		

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-4 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Filtro de Arena Rápido-Conv. (PW4)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexerto	Experto	Profesional
I (500-2,499)	Construcción	9.51	9.24	14.56	11.20			
	Operación y Mantenimiento	1.80	2.20	2.17	4.00	1	1	
2 (2,500-14999)	Construcción	7.47	7.26	11.51	8.80			
	Operación y Mantenimiento	0.90	1.10	1.08	2.00	1	1	1
3 (15000-49999)	Construcción	4.24	5.58	5.25	5.00			
	Operación y Mantenimiento	0.79	1.05	1.12	1.75	8	2	1
4 (50000-100000)	Construcción	2.25	2.96	2.83	2.65			
	Operación y Mantenimiento	0.67	0.90	0.89	1.50	10	3	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

D-4

TABLA D-5 . Parámetro de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Filtro de Arena Rápido-Avanzado (PW5)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexerto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	323.61	280.21	272.35	209.50			
	Operación y Mantenimiento	19.77	15.77	14.19	17.77	1	1	1
2 (2,500-14999)	Construcción	72.75	63.00	61.61	47.10			
	Operación y Mantenimiento	13.37	10.67	9.60	12.02	1	1	1
3 (15000-49999)	Construcción	32.44	26.59	22.04	21.00			
	Operación y Mantenimiento	9.90	7.86	7.11	8.90	6	2	2
4 (50000-100000)	Construcción	15.60	12.84	10.77	10.10			
	Operación y Mantenimiento	4.95	3.93	3.55	4.45	10	5	2

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-6 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Ablandamiento (PW6)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Exerto	Profesional
I (500-2,499)	Construcción	255.95	221.62	215.41	165.70			
	Operación y Mantenimiento	14.93	11.91	10.72	13.42	1	1	1
2 (2,500-14999)	Construcción	172.69	149.53	146.23	111.80			
	Operación y Mantenimiento	8.83	7.05	6.37	7.94	1	1	1
3 (15000-49999)	Construcción	127.90	104.82	86.91	82.80			
	Operación y Mantenimiento	6.54	5.19	4.70	5.88	6	2	2
4 (50000-100000)	Construcción	63.95	52.41	44.16	41.40			
	Operación y Mantenimiento	3.27	2.60	2.35	2.94	10	5	2

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-7 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Desinfección (FW7)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	5.26	5.30	5.43	4.00			
	Operación y Mantenimiento	9.29	6.37	5.01	5.00	1		
2 (2,500-14,999)	Construcción	3.05	1.06	1.09	0.80			
	Operación y Mantenimiento	4.27	2.93	2.30	2.30	1	1	
3 (15,000-49,999)	Construcción	1.97	2.04	1.49	1.50			
	Operación y Mantenimiento	3.25	2.16	1.69	1.75	2	1	1
4 (50,000-100,000)	Construcción	1.58	1.63	1.21	1.20			
	Operación y Mantenimiento	2.79	1.85	1.45	1.50	4	1	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-8 . Parámetro de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Sabor - Olor - Fe, Mn (PW8)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tiro de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
I  (500-2,499)	Construcción	200.65	173.74	168.87	129.90			
	Operación y Mantenimiento	23.41	12.61	16.80	21.04	1	1	1
2  (2,500-14999)	Construcción	135.47	117.30	114.71	87.70			
	Operación y Mantenimiento	15.81	12.61	11.35	14.21	1	1	1
3  (15000-49999)	Construcción	49.89	40.89	33.90	32.30			
	Operación y Mantenimiento	11.70	9.29	8.40	10.52	6	2	2
4  (50000-100000)	Construcción	94.38	77.35	65.17	61.10			
	Operación y Mantenimiento	5.85	4.64	4.20	5.26	10	5	2

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-9 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Desalinación - Sal (PW9)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	326.85	283.01	275.08	211.60			
	Operación y Mantenimiento	8.23	6.57	5.91	7.40	1	1	1
2 (2,500-14999)	Construcción	233.55	202.23	197.77	151.20			
	Operación y Mantenimiento	7.68	6.12	5.51	6.90	1	1	1
3 (15000-49999)	Construcción	167.44	137.23	113.78	108.40			
	Operación y Mantenimiento	5.12	4.06	3.67	4.60	6	2	2
4 (50000-100000)	Construcción	83.26	68.24	57.49	53.90			
	Operación y Mantenimiento	2.56	2.03	1.84	2.30	10	5	2

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-10 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Desalinación - Agua Solobre (PW10)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1  (500-2,499)	Construcción	236.95	205.17	199.42	153.40			
	Operación y Mantenimiento	15.66	12.50	11.25	14.08	1	1	1
2  (2,500-14999)	Construcción	160.03	138.56	135.51	103.60			
	Operación y Mantenimiento	11.74	9.36	8.43	10.55	1	1	1
3  (15000-49999)	Construcción	118.48	97.10	80.51	76.70			
	Operación y Mantenimiento	7.82	6.21	5.61	7.03	6	2	2
4  (50000-100000)	Construcción	59.32	48.61	40.96	38.40			
	Operación y Mantenimiento	3.97	3.15	2.85	3.57	10	5	2

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

D-10

TABLA D-11 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Primario - Convencional (PS1)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	70.34	80.30	88.00	88.00			
	Operación y Mantenimiento	1.65	0.99	1.17	2.56	1		
2 (2,500-14,999)	Construcción	19.18	21.90	24.41	24.00			
	Operación y Mantenimiento	1.25	0.75	0.89	1.94	1		
3 (15000-49999)	Construcción	15.59	16.05	16.91	19.50			
	Operación y Mantenimiento	1.10	0.78	0.77	1.71	2	1	
4 (50000-100000)	Construcción	12.39	14.35	13.17	15.50			
	Operación y Mantenimiento	0.98	0.69	0.67	1.51	4	2	

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

D-11

TABLA D-12 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Laguna de Estabilización - Primaria (PS2)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
I (500-2,499)	Construcción	24.86	43.55	55.27	67.00			
	Operación y Mantenimiento	0.16	0.45	0.60	1.70	1		
2 (2,500-14,999)	Construcción	2.55	3.90	5.05	6.00			
	Operación y Mantenimiento	0.13	0.35	0.47	1.34	2		
3 (15000-49999)	Construcción	1.70	2.73	3.17	4.00			
	Operación y Mantenimiento	0.12	0.44	0.44	1.26	4		
4 (50000-100000)	Construcción	1.64	1.82	3.59	2.70			
	Operación y Mantenimiento	0.10	0.35	0.45	0.65	6		

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-13 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Cienos - Convencional (PS3)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
I (500-2,499)	Construcción	162.49	136.13	99.40	103.72			
	Operación y Mantenimiento	8.04	6.69	6.83	12.45	1	1	
2 (2,500-14999)	Construcción	95.80	80.26	61.54	61.15			
	Operación y Mantenimiento	4.74	3.95	4.03	7.34	1	1	
3 (15000-49999)	Construcción	70.94	62.50	49.76	45.28			
	Operación y Mantenimiento	3.51	3.21	2.84	5.43	2	1	
4 (50000-100000)	Construcción	56.37	49.66	32.38	35.98			
	Operación y Mantenimiento	2.78	2.55	2.15	4.31	4	2	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-14 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Cienos - Avanzado (PS4)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	201.74	169.01	123.40	128.77			
	Operación y Mantenimiento	16.43	18.30	18.48	25.45	1	1	
2 (2,500-14999)	Construcción	103.87	87.02	66.72	66.30			
	Operación y Mantenimiento	5.14	4.28	4.37	7.96	1	1	
3 (15000-49999)	Construcción	74.42	65.57	38.30	47.50			
	Operación y Mantenimiento	3.68	3.37	2.98	5.70	2	1	
4 (50000-100000)	Construcción	57.87	50.99	33.25	36.94			
	Operación y Mantenimiento	2.86	2.62	2.21	4.43	4	2	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

Unidos y Requisitos de Dólares para  
la Operación y Mantenimiento de  
la Mano de Obra  
Proceso: Cieno - Imhoff Combinado (PS5)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexerto	Experto	Profesional
I (500-2,499)	Construcción	197.16	138.47	151.58	136.76			
	Operación y Mantenimiento	10.60	8.82	9.00	16.41	1	1	
2 (2,500-14999)	Construcción	112.23	78.82	88.15	77.85			
	Operación y Mantenimiento	6.03	5.02	5.12	9.34	1	1	
3 (15000-49999)	Construcción	70.58	51.72	41.98	48.96			
	Operación y Mantenimiento	3.79	3.47	3.07	3.87	2	1	
4 (50000-100000)	Construcción	49.82	36.51	31.10	34.56			
	Operación y Mantenimiento	2.67	2.45	2.06	4.14	4	1	

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-16 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Filtro Normal - Secundario (PS6)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	112.89	121.59	141.57	137.00			
	Operación y Mantenimiento	1.40	1.81	2.06	3.92	1		
2 (2,500-14999)	Construcción	33.37	35.94	43.23	40.50			
	Operación y Mantenimiento	0.81	1.05	1.19	2.27	1	1	
3 (15000-49999)	Construcción	27.19	30.83	31.22	33.00			
	Operación y Mantenimiento	0.64	0.94	0.91	1.79	4	1	1
4 (50000-100000)	Construcción	21.84	24.76	23.85	26.50			
	Operación y Mantenimiento	0.51	0.75	0.70	1.42	6	2	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-17 . Parámetros de Costos por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra

Proceso: Filtro de Alta Capacidad - Secundario (PS7)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexerto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	336.79	291.31	238.46	225.00			
	Operación y Mantenimiento	35.48	40.31	40.33	42.15	1		
2 (2,500-14,999)	Construcción	205.26	177.54	151.08	179.79			
	Operación y Mantenimiento	4.70	5.30	5.34	10.35	2	1	
3 (15000-49999)	Construcción	148.09	135.98	133.13	129.71			
	Operación y Mantenimiento	1.41	1.73	1.52	3.10	4	1	1
4 (50000-100000)	Construcción	49.38	45.34	44.60	43.25			
	Operación y Mantenimiento	0.42	0.52	0.63	0.93	6	1	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-18 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Cienos Activados - Secundario (PS8)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
I (500-2,499)	Construcción	197.05	162.47	186.48	134.00			
	Operación y Mantenimiento	2.86	3.12	3.34	5.20	1	1	
2 (2,500-14999)	Construcción	58.82	48.74	54.67	40.00			
	Operación y Mantenimiento	1.94	2.11	2.26	3.52	2	1	
3 (15000-49999)	Construcción	47.06	38.94	31.74	32.00			
	Operación y Mantenimiento	1.64	1.94	1.81	2.98	4	1	1
4 (50000-100000)	Construcción	38.23	31.64	25.33	26.00			
	Operación y Mantenimiento	1.39	1.64	1.45	2.52	8	2	2

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-19 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Aeración de Extensión - Secundaria (PS9)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA ( de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
I  (500-2,499)	Construcción	154.00	158.81	255.37	165.00			
	Operación y Mantenimiento	33.21	52.82	38.86	73.14	1	1	
2  (2,500-14999)	Construcción	102.78	105.99	106.34	110.12			
	Operación y Mantenimiento	3.38	5.31	3.96	7.45	2	1	
3  (15000-49999)	Construcción	88.67	93.26	81.45	95.00			
	Operación y Mantenimiento	1.26	2.08	1.55	2.78	4	1	1
4  (50000-100000)	Construcción	23.33	24.54	21.25	25.00			
	Operación y Mantenimiento	0.24	0.39	0.28	0.52	6	2	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.

TABLA D-20 . Parámetros de Costo por Persona en Estados Unidos y Requisitos de Dólares para la Operación y Mantenimiento de la Mano de Obra  
Proceso: Desinfección (PS10)

Escala de Población		Nivel Socio-Tecnológicos*				MANO DE OBRA (de Trabajadores)		
Nivel	Tipo de Costo	I	II	III	IV	Inexperto	Experto	Profesional
1 (500-2,499)	Construcción	32.01	48.72	54.13	24.32			
	Operación y Mantenimiento	2.12	4.20	4.23	7.50	1		
2 (2,500-14999)	Construcción	42.93	36.41	35.60	17.42			
	Operación y Mantenimiento	2.42	2.71	2.73	1.50	2		
3 (15000-49999)	Construcción	20.55	27.86	27.25	15.61			
	Operación y Mantenimiento	1.21	2.46	2.17	0.75	4	1	1
4 (50000-100000)	Construcción	14.10	20.18	19.07	10.71			
	Operación y Mantenimiento	0.58	1.79	1.49	0.36	6	1	1

\* Para una descripción completa de estos niveles vea Apéndice A.