

56 20'

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**



**ESTUDIOS DE GENERACION DE RESIDUOS  
SOLIDOS EN CENTROS TURISTICOS**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
ARTEMIO GARCIA IBARRA**

**POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ESTUDIO DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS EN CENTROS TURISTICOS

## INTRODUCCION

### 1. DESCRIPCION DE LAS FUENTES DE GENERACION Y CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

- 1.1. Hoteles
- 1.2. Restaurantes
- 1.3. Playas
- 1.4. Centros comerciales
- 1.5. Pequeñas industrias
- 1.6. Mercados
- 1.7. Casa habitación

### 2. ESTUDIOS DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

- 2.1. Planeación general
- 2.2. Trabajos de campo
- 2.3. Análisis de datos
- 2.4. Cantidades de residuos sólidos generales
- 2.5. Composición

### 3. RESULTADOS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN ALGUNOS CENTROS TURISTICOS

- 3.1. Ixtapa, Zihuatanejo
- 3.2. Cancún, Q. Roo.
- 3.3. Puerto Vallarta, Jal.
- 3.4. Huatulco, Oax.

#### **4. OBTENCION DE PARAMETROS DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CENTROS TURÍSTICOS**

- 4.1. Parametros de generación de residuos sólidos
- 4.2. Parametros de densidad de los residuos sólidos generados en un Desarrollo Turístico

#### **5. RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL**

- 5.1. Limpieza
- 5.2. Recolección
- 5.3. Transportación
- 5.4. Disposición final

#### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 6.1. Conclusiones
- 6.2. Recomendaciones

#### **REFERENCIA Y BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCION

A fines de la década de los años sesenta, el Gobierno de México aborda la creación de Centros Turfsticos integrales en zonas de escasa actividad económica, en donde la actividad turfstica tomaría prioridad sobre otras actividades.

El potencial de México para participar en el mercado internacional de servicios turfsticos, la captación de divisas y el establecer nuevos polos regionales capaces de generar empleos y aprovechar recursos ociosos, fueron las principales consideraciones que sirvieron de fundamento a la decisión de desarrollar proyectos turfsticos.

Con base a estas condiciones se estudiaron diversas alternativas, a fin de seleccionar áreas con características propicias. Entre varias opciones, en las costas del Pacífico se seleccionó a Zihuatanejo; en el Caribe a Cancún; en Baja California Sur a los Cabos y Loreto y en Oaxaca a las Bahías de Huatulco.

La importante inversión volcada en estos complejos turfsticos y su peso dentro del mercado internacional, hace necesaria la revisión periódica del proceso a fin de detectar y corregir desviaciones.

Considerando al turismo como un factor matriz de importancia dentro de la estrategia para alcanzar las metas para el desarrollo nacional, se implementaron los medios para encarar nuevas áreas que permitan diversificar la oferta turfstica del país y competir en el mercado internacional.

Dentro de los principales problemas que acompañan a un Desarrollo Turfstico destaca por su impacto en la imagen de la localidad la generación, la recolección, la transportación y la disposición final de los residuos sólidos que son generados en estos sitios de características muy especiales que no se pueden comparar con las zonas urbanas normales ni tampoco se puede asociar su generación a la de actividades industriales aunque sus características se asemejan quizá un poco más a las zonas comerciales. Por esta razón para el diseño de las distintas obras y de los servicios para el manejo de estos residuos se re-

quieren parámetros de diseño particulares como la generación y la composición.

El vertido de basura a ciclo abierto es una de las causas más importantes que contribuyen a la contaminación ambiental, puesto que sin la implantación de un sistema adecuado de manejo de los residuos sólidos, se propician problemas sanitarios, malos olores, contaminación de acuíferos, proliferación de fauna nociva, humo provocado por quemas esporádicas, pérdidas de residuos en la recolección, ocupación de grandes áreas y otras alteraciones que provocan un negativo impacto ambiental y una degradación del paisaje. Esta situación se vuelve más grave en sitios que concentran una importante actividad turística, en donde la belleza del entorno y la calidad de vida son los motivos principales de su existencia y bases de su sustentación.

Por tal motivo, para enfrentar el problema de eliminación de la basura se tiene que seleccionar previamente entre distintas alternativas de solución la más adecuada de ellas, ya que algunas como son los tiraderos a ciclo abierto requieren medidas antihigiénicas y otras como las plantas incineradoras son de costosa construcción y operación.

Para ello este trabajo se orientará principalmente al análisis de las técnicas más adaptables para determinar la generación de basura en centros turísticos y también se comentan en forma general las existentes para la recolección, la transportación y la disposición final. En el primer capítulo se describen las fuentes de generación más representativas así como las características de los residuos sólidos; el segundo capítulo se refiere a los estudios de generación de residuos sólidos; en el tercer capítulo se presentan los resultados de los estudios en algunos centros turísticos; en el cuarto capítulo se obtienen los parámetros de diseño para proyectos de manejo de residuos sólidos en centros turísticos; en el capítulo quinto se describe lo referente a la recolección y disposición final de los residuos sólidos; el capítulo sexto comprende las recomendaciones y conclusiones y en la última parte se citan las referencias y la bibliografía.

1.

DESCRIPCION DE LAS FUENTES DE  
GENERACION Y CARACTERISTICAS DE LOS  
RESIDUOS SOLIDOS.

Las fuentes de generación de residuos sólidos son todos aquellos sitios - susceptibles de producir basura, la cual por conservación del medio y por higiene debe ser recolectada y trasladada hasta el sitio de disposición final que se tenga asignado. En los Desarrollos Turísticos, las fuentes más significativas - son las siguientes :

1.1.- Hoteles.

Dentro del equipamiento de un Desarrollo Turístico la hotelería ocupa un - lugar muy importante, por tal motivo se debe poner atención en lo que se refiere a la generación de basura que es el tema que esta ocasión nos ocupa.

Normalmente los hoteles se clasifican desde una hasta cinco estrellas de - acuerdo a los servicios que ofrecen, tales como: garage, bar, restaurante, etc. Conocer la categoría del hotel es importante para hacer una distinción en el momento de evaluar la cantidad y composición de los residuos sólidos generados, -- estos datos serán los que permitan realizar un diseño adecuado del tipo de contenedor que mejor satisfagan las necesidades del inmueble.

En general los residuos sólidos que se generan en estos lugares están compuestos en su mayoría por cartón, papel, vidrio, plástico de película, envases - tetrapak y en los casos que se cuenta con bar y restaurante se presenta la materia orgánica de tipo animal y vegetal.

1.2.- Restaurantes.

En un Desarrollo Turístico es indispensable la existencia de restaurantes para brindar a los paseantes bebida y alimentos de buena calidad dentro de un - ambiente de cordial esparcimiento e higiene. La basura que generan es abundante y un alto porcentaje contiene materia orgánica, motivo por el cual se hace -

necesario el retiro inmediato de la misma, ya que después de 24 horas de almacenada comienza la descomposición provocando malos olores y proliferación de fauna nociva.

### 1.3- Playas.

Dentro de la infraestructura turística las playas son sitios destinados para la práctica de actividades recreativas, por tal situación son también consideradas como áreas generadoras de basura, las que a su vez deben ser atendidas en cuanto a limpieza, mantenimiento y recolección de residuos sólidos.

En general la basura que producen contienen subproductos tales como papel, cartón, latas, envases, vidrio y poca materia orgánica. En algunos casos como son las playas de Cancún la basura más representativa por su volumen y características es el zargazo (vegetal acuático) que expulsan las olas, el cual debe ser recolectado y retirado en menos de 24 horas para evitar los malos olores que produce cuando se acumula fuera del agua.

### 1.4.- Centros Comerciales.

El área que ocupan estos centros está integrada por un conjunto de locales destinados al almacenamiento, exposición y distribución de artículos para la ornamentación, vestido, alimentación, etc., por tal motivo la afluencia de personas es continua durante el tiempo que ofrecen servicio al público.

De acuerdo a las diferentes mercancías que aquí se distribuyen los residuos sólidos que se producen son muy variados y abundantes, por lo tanto quienes tienen la tarea de realizar la limpieza deben disponer de lugares para almacenar temporalmente la basura del día.

### 1.5.- Pequeñas industrias.

En el campo de la actividad turística, la industria no tiene la gran importancia que posee en otros sectores, pues en algunos desarrollos turísticos -

solo se ha logrado la operación de alguna procesadora de pescado, cuyos residuos sólidos producidos son de tipo orgánico y participan en un porcentaje muy pequeño en el total de basura generada por otras áreas.

#### 1.6.- Mercados.

Los mercados son identificados como centros de abasto popular, generadores de grandes volúmenes de basura y generalmente se localizan dentro de las zonas urbanas que sirven de apoyo a las zonas turísticas.

La basura que se produce diariamente está compuesta por un alto porcentaje de desperdicios de origen orgánico, animal y vegetal, los cuales por higiene se deben colocar en los contenedores que se encuentran ubicados en lugares estratégicos con el objeto de evitar malos olores, invasión de roedores y facilitar las maniobras de limpieza.

#### 1.7.- Casas habitación.

El conjunto de casas habitación es el que conforma lo que se ha denominado como zona urbana o de apoyo a la zona turística, por tal motivo debe disponer con servicios tales como agua potable, drenaje, electrificación, alumbrado, teléfonos y servicio de limpia, etc.

El sistema para el retiro de basura de viviendas debe estar también implementado como el operativo puesto en una área turística, pues la cantidad de residuos por día en una zona urbana es mayor comparada con la generada en una zona turística, aún cuando en esta última la generación per capita sea mayor.

Los residuos sólidos que se generan en estas áreas son de mayor variedad de subproductos.

#### 1.8.- Parques y jardines.

Son áreas distribuidas en todo el Desarrollo Turístico para brindar un aspecto agradable y comprenden: camellones, glorietas, andadores y plazas. El --

tipo de superficie que presentan es variable pues están revestidas con adocreto, asfalto, concreto, empedrado y vegetación.

Prácticamente estos sitios son de uso público por lo tanto requieren de un esmerado mantenimiento, dentro del cual destaca el retiro diario de papel, cartón, vidrio, plástico, envases tetrapak y residuos de alimentos que depositan -- los transeúntes y las hojas, ramas, raíces y pasto que son producto de la poda -- que periódicamente se practica en árboles, arbustos, setos y césped.

2.

## ESTUDIOS DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS.

El objeto de un estudio de recolección y disposición final de desechos sólidos es conocer las áreas generadoras y las cantidades producidas, pues de esta información depende lo adecuado del diseño de un sistema que permita el cuidado y la conservación del medio natural, tan francamente favorable al atractivo turístico que merece particular atención su cuidado para poder seguir ofreciendo turismo de alta calidad.

### 2.1- Planeación general.

A fin de estimar la cantidad y el tipo de residuos sólidos que se generan en la zona urbana y hotelera de un Desarrollo Turístico es necesario un diagnóstico de la población actual y futura.

En coordinación con los organismos estatales vinculados a la tarea por desarrollar se debe recopilar la información existente, así como antecedentes y tasas de crecimiento que permitan evaluar las necesidades actuales y futuras.

Análisis de la población y clasificación de las actividades generadoras de basura:

Para esto se consideran tres tipos de población, la residente, la flotante y la turística. La cuantificación de estos tipos de población se determinan conjuntamente con la cantidad y la calidad de los desechos que generan, para lo cual se realizan muestreos de basura en los diferentes estratos (alto, medio y bajo) y así obtener valores promedios en función del tiempo.

A tal efecto, se determinan las principales actividades generadoras de residuos, y para facilitar el análisis se agrupan en cuatro tipos las actividades: hotelera, doméstica, comercial y si en algunos casos existe la industrial también se considera.

Se realizan muestreos en viviendas, hoteles, industrias y comercios, y se

dividen los de vivienda y hoteles en tres niveles socioeconómicos.

En todos los casos se debe considerar la facilidad de acceso, el tránsito vehicular y peatonal y la cercanía de los sitios de muestreo al sitio donde se analizarán las muestras.

Con estos datos se podrá realizar un plano de zonificación que refleje en virtud de las densidades de ocupación y uso, áreas de distintas cantidades de desechos.

Para la obtención de datos se seleccionan zonas significativas para realizar los muestreos y evaluaciones, ya sea por encuestas, análisis virtual de desechos y obtención directa. Este muestreo se realiza separadamente para cada una de las actividades arriba indicadas durante una semana, obteniendo para la actividad hotelera la cantidad de basura por cuarto, para la doméstica la cantidad de basura por habitante, y para la actividad industrial y comercial la cantidad de basura por unidad de producción y de servicios respectivamente.

Basándose en estos coeficientes puntuales se interpolan a datos estadísticos de compartimiento estacional, respecto a la afluencia turística, a fin de obtener valores promedios.

#### 2.1.1. Clasificación de desechos.

Utilizando las muestras para determinar las cantidades de basura generada por cada actividad y en diferentes tipos y estratos sociales de la población, se obtienen contenidos de desechos (plásticos, papel, cartón, metales, vidrio y materia orgánica), y estos datos se vacían en una forma similar a la presentada en la tabla No. 2.1.

#### Determinación del peso específico y volúmenes de los residuos.

Se definen para cada tipo de actividad, el volumen por unidad de peso de los desechos. Este dato implementado conjuntamente con los anteriores, permite determinar los volúmenes por actividad.

ANALISIS FISICO DE MUESTRAS

ESTRATO: \_\_\_\_\_

No. DE MUESTRA \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA DE MUESTREO: \_\_\_\_\_

CLASIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS

SUBPRODUCTOS	PESO (Kg)	%
Papel		
Cartón		
Vidrio blanco transparente		
Vidrio ámbar		
Vidrio verde		
Lata		
Fierro		
Metales no ferrosos		
Material de cocina (orgánico)		
Plástico de película		
Plástico rígido		
Material de construcción		
Hueso		
Hule		
Madera		
Trapo		
Algodón		
Cuero		
Fibras de esclerénquima		
Envases tetrapak		
Suelo (2 mm. criba DGN-3 m)		
Poliestireno expandido		
Otros		
T O T A L		

$$Da = \frac{PB - PA}{V} = \underline{\hspace{2cm}} =$$

Da = Densidad aparente en Kg/litro PB = Peso del recipiente con la muestra en Kg.

PA = Peso del recipiente vacío en Kg. V = Volumen del recipiente en litros

La afectación de estos datos por los coeficientes de crecimiento de las actividades, permiten obtener las estimaciones preventivas en función del tiempo, para las fases de recolección, limpieza y disposición final.

#### 2.1.2. Diagnóstico del sistema actual de manejo de residuos sólidos.

Con la finalidad de conocer las características del sistema de recolección vigente, se debe obtener información sobre la forma de recolección, barrido, disposición final, utilización de subproductos, basureros clandestinos, identificación de impactos ambientales y estimación de costos de producción, entre otros - datos.

#### 2.1.3. Recolección y limpieza.

Dentro de este concepto las variables a considerar son principalmente:

- Volumen por recolectar
- Sistema de recolección
- Equipo actual
- Instalaciones y accesorios de apoyo
- Personal y grado de capacitación
- Recorridos, frecuencias, distancias y horarios
- Características constructivas del sistema vial
- Organización administrativa y problemas operativos
- Áreas sin servicio
- Tipos de almacenamiento
- Nivel de concientización pública

#### 2.1.4. Disposición final.

Para la disposición final de la basura, los conceptos que por su importancia se deben considerar son los siguientes:

Zona de disposición  
 Capacitación actual del personal  
 Tiempo estimado de vida del área de vertido  
 Tratamiento actual  
 Acceso al área y vías de mayor rendimiento  
 Distancia a los centros de recolección  
 Características de equipo e instalaciones  
 Medidas de control y cuantificación  
 Estudios físicos de la zona (topografía, geología, hidrología, etc.)  
 Uso del suelo.

#### 2.1.5. Utilización de subproductos.

Se deben analizar las características de la actividad predominante de selección manual no controlada (pepena) y determinar o estimar los tipos de subproductos y volúmenes que se aprovechan por colecta unitaria, así como los lugares, precios y utilización de su comercialización.

#### 2.1.6. Basureros clandestinos.

Se debe llevar a cabo recorridos por el lugar a fin de calificar los basureros clandestinos ya detectados, identificar causa, efecto y evaluar el impacto ambiental que producen.

#### 2.1.7. Identificación de impactos ambientales.

Se debe clasificar los deterioros causados por el mal manejo de los servicios, clasificándolos por su incidencia en :

Contaminación del aire  
 Contaminación del suelo  
 Contaminación de acuíferos  
 Malos olores  
 Deterioro estético  
 Producción de fauna nociva

**Incendios**  
**Afectación a la flora.**

**2.1.8. Identificación de costos de operación.**

Se evalúan con la colaboración de los organismos pertinentes, la inversión en equipo e instalaciones, conjuntamente con los gastos de operación y mantenimiento del sistema de manejo de residuos sólidos.

**2.1.9. Balance entre la cantidad de residuos generados y los recolectados.**

Tomando en cuenta los datos obtenidos en la primera parte del diagnóstico, se compara la cantidad de residuos generados con la capacidad de recolección -- existente.

## 2.2- Trabajos de campo.

Las actividades que se realizan en esta fase están encaminadas a la obtención de parámetros que ayuden a determinar la generación promedio de residuos -- sólidos en las zonas urbanas de acuerdo a cada uno de los estratos socioeconómicos, en las zonas hoteleras según su categoría en industrias de acuerdo a su producción y en mercados y comercios según el servicio.

La metodología que en general se puede adoptar es la que a continuación se describe, pero sin descartar la idea de que las características del lugar son de terminantes y por lo tanto se pueden realizar las modificaciones que se requieran al momento de realizar los trabajos referidos.

Se determina un tamaño de muestra por estrato, de acuerdo al riesgo seleccionado ( $\alpha$ ) con base en la siguiente tabla :

<u>Riesgo</u> ( $\alpha$ )	<u>Tamaño de la muestra</u> ( n )
0.05	115
0.10	80
0.20	50

Se determina y ubica el universo de trabajo en un plano actualizado de la localidad (casas habitación según el estrato socioeconómico, hoteles de acuerdo a su categoría y restaurantes según el servicio).

Se cuentan y numeran en orden progresivo, los elementos del universo de trabajo para conocer su magnitud.

Se determina el tamaño de la muestra y con base en el tamaño del área de trabajo, se seleccionan aleatoriamente los elementos de dicha área que forman parte de la muestra. Para realizar lo anterior, se emplea una tabla de números aleatorios. ( Tabla No. 2.2. )

## NUMEROS ALEATORIOS

85967	73152	14511	85285	35009	95892	36962	67835	63314	50162
07483	51453	11649	86348	76431	81594	95848	36738	25014	15460
96283	01898	61414	83525	04231	10004	70059	11730	35423	60598
49174	12074	98551	37895	93547	24769	09404	76648	06393	95770
97356	39941	21225	93529	19574	71565	33413	56087	40875	13351
90474	41459	16812	81542	81652	45554	27931	93994	22375	00953
28599	64109	09497	76235	41383	31555	12639	00619	22909	29563
25254	16210	89717	85997	82667	74624	36348	44018	64732	93589
28785	02760	24359	99410	77319	73408	58993	61098	04393	48245
84725	86676	86944	93295	10081	82454	76810	52975	10324	15457
41059	66456	47679	66810	15941	84602	14493	66515	19251	41642
67434	41045	82830	47617	35932	46728	71183	35345	41404	81110
72766	68816	37643	19959	57550	49620	98480	25640	67257	18671
92079	46784	66125	94932	64451	29275	57669	66668	30818	58353
29187	40350	62533	73503	34075	16451	42885	03448	37390	96328
74220	17612	65522	80507	19184	64164	66952	82310	18153	63495
03786	02407	06098	92917	40434	60502	82175	04470	78754	90775
75085	55558	15620	27038	25471	76107	90832	10819	56797	33751
09161	33015	19155	11715	00651	24909	31834	37774	37953	78837
75707	48992	64998	87080	39333	00767	45537	12538	67439	94914
21333	48560	31288	00086	79889	75532	28704	62844	92337	99695
65626	50061	42539	14812	48895	11195	34335	60492	70650	51108
84380	07389	87891	76255	89504	41372	10837	66992	93183	56920
46479	32072	80083	63858	70930	89554	06359	47195	12452	36234
59847	97197	55147	76639	76971	55928	36441	95141	42333	67483
31415	11231	27904	57383	31852	69137	96667	14315	01007	31929
82066	83436	67914	21465	99505	83114	97885	74440	99522	87912
01860	42782	39202	18582	46214	99228	79541	78298	75404	63648
32315	89275	89582	87138	16165	15984	21466	63830	30475	74729
59388	42703	55198	80380	67067	97155	34160	85019	03527	78140
58089	27632	50987	91373	07735	20435	95130	73483	85332	24384
61705	57285	30392	23560	75841	21931	04295	00875	09114	32101
18914	98982	60199	99275	41967	35208	30357	76772	92656	62318
11965	94089	34803	48941	69709	16784	44642	89761	66864	62803
85251	48111	80936	81781	93248	67877	16498	31924	51315	79921
66121	95986	84844	93873	46352	92183	51152	86878	30490	15974
53972	95642	24199	58080	35450	03482	66953	49521	63719	57615
14509	16594	78883	43222	23093	58645	60257	89250	63266	90858
37700	07638	65533	72126	23611	93993	01848	03910	38552	17472
85466	59392	72722	15473	73295	49749	56157	60477	83284	56357

TABLA 2.2.

## NUMEROS ALEATORIOS

(CONTINUACION)

52969	55853	42312	67842	05673	91878	82738	35553	79540	61935
42744	68315	17514	02878	97281	74851	42725	57894	81434	62041
26140	13335	67726	61875	29971	99294	96664	52817	90039	53211
95589	56319	14563	24071	06916	59555	18195	32280	79367	04224
39113	13217	59999	49952	83021	47709	53106	19295	88318	41626
41392	17622	18994	98283	07249	52289	24209	91139	30715	06604
54684	53545	79245	70183	87731	19185	08641	33519	07223	97413
89442	61001	36658	57444	95388	35682	38062	46719	09428	94012
36751	16778	54888	15357	68003	43554	90976	58904	40612	07725
98159	02554	21416	74944	53049	88749	02885	25772	89853	88714

Se identifican físicamente los elementos de la muestra en el universo de trabajo anotando el número aleatorio correspondiente al elemento con pintura amarilla en algún lugar visible de la calle donde se encuentra la casa habitación, hotel, restaurante, industria, comercio o mercado por muestrear.

Se recorre la zona de trabajo, visitando a los habitantes, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar, así como para captar la información general, que se indica en la cédula de encuesta de campo, (Tabla No. 2.3.) También durante el recorrido, se les entrega una bolsa de polietileno de 0.70 x 0.50 m. y calibre mínimo del No. 200. Se recomienda que el recorrido antes descrito se realice entre el sábado y domingo anterior a la semana elegida para llevar a cabo el muestreo.

El primer día del período de muestreo, preferentemente el lunes, se hace un recorrido por el área de trabajo para recoger en los puntos de muestreo los residuos sólidos que hayan almacenado sus moradores en la bolsa proporcionada entre el sábado y el domingo anterior a la semana de muestreo. Es conveniente que el recorrido antes mencionado se haga lo más temprano posible del día, recomendándose las 9:00 horas A.M. como la hora más propicia para ello. Lo anterior --sirve únicamente como una operación de limpieza, con la cual se asegura que la basura generada después del recorrido antes descrito, corresponderá únicamente --al primer día de muestreo (lunes). Simultáneamente con la acción antes mencionada, se entrega a los habitantes una nueva bolsa para almacenar los residuos sólidos generados en el primer día de muestreo (lunes). Por último, la basura recolectada el día lunes, simplemente se transfiere al equipo de recolección municipal para su disposición o tratamiento, o bien se lleva al sitio de disposición final oficial de los residuos sólidos.

A continuación, a partir del martes y hasta el domingo de la semana elegida para realizar el muestreo, se visitan los puntos seleccionados para la muestra, con el fin de recoger las bolsas de polietileno con los residuos sólidos generados el día anterior al día de la visita y a la vez se les entrega una nueva bolsa para que almacenen la basura que generen el día de la visita. A --las bolsas que se recolectan se les anota con un marcador el número aleatorio --correspondiente con el fin de evitar confusiones posteriores.

CEDULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL MUESTREO DE GENERACION  
DE RESIDUOS.

SOLIDOS DOMESTICOS.

No. DE MUESTRA \_\_\_\_\_ No. ALEATORIO \_\_\_\_\_  
 POBLACION \_\_\_\_\_ MUNICIPIO O DELEGACION \_\_\_\_\_ ENTIDAD FED. \_\_\_\_\_  
 CALLE \_\_\_\_\_ NUM. \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
 COLONIA \_\_\_\_\_ NIVEL SOCIOECONOMICO \_\_\_\_\_  
 HABITANTES POR CASA \_\_\_\_\_ FREC.DE REC. \_\_\_\_\_ TIPO DE RECIPIENTE \_\_\_\_\_  
 QUE HACE CON LOS RESIDUOS SOLIDOS SI NO PASA EL CAMION ? \_\_\_\_\_  
 SU OPINION SOBRE EL SERVICIO DE RECOLECCION BUENA \_\_\_\_\_ MALA \_\_\_\_\_ REGULAR \_\_\_\_\_  
 NOMBRE DEL ENCUESTADOR \_\_\_\_\_  
 PUESTO QUE DESEMPEÑA \_\_\_\_\_  
 INSTITUCION O EMPRESA \_\_\_\_\_

No.	FECHA	DIA	PESO DE LOS RESIDUOS (KGS)	GENERACION PER CAPITA (Kg/Hab/día)	OBSERVACIONES
1		LUNES			
2		MARTES			
3		MIERCOLES			
4		JUEVES			
5		VIERNES			
6		SABADO			
7		DOMINGO			

TABLA 2.3.

El lunes siguiente al domingo de la semana de muestreo, únicamente se recogen las bolsas con la basura producida el día anterior.

Después de recoger diariamente los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesarlos en una báscula debidamente calibrada, anotando el peso de dicha basura en la cédula de encuesta en el renglón correspondiente al día en que fueron generados.

El paso siguiente es dividir el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes, de cuartos, de comensales y de locales comerciales para obtener Kg/hab./día, Kg/Cto./día, Kg/comensal/día y Kg/local/día respectivamente.

Se puede decir, que con el punto anterior termina la fase de campo.

### 2.3- Análisis de datos.

Una vez captada la información de campo se procede a realizar su evaluación mediante la aplicación de ciertas técnicas y modelos estadísticos, tal y como se describe a continuación.

Cabe mencionar que estos trabajos se pueden realizar de distintas formas, es decir, de acuerdo al criterio del proyectista, pero en este caso, se presenta la forma de evaluación que se considera más adecuada para los fines que se persiguen con este tipo de estudios.

Se calcula el promedio de la generación de basura para cada una de las casas habitación, hoteles, restaurantes, mercados, comercios e industrias incluidas en la premuestra, empleando los siete valores diarios obtenidos del muestreo.

De acuerdo a lo anterior se obtiene una serie de "n" valores promedio de generación de basura, uno por cada inmueble incluido en la premuestra.

En seguida se ordena la información obtenida en el punto anterior, como a continuación se ilustra.

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_i \leq \dots X_{n-1} \leq X_n$$

Donde:

$X_i$  : Promedio por inmueble de los 7 valores diarios de la generación de basura obtenidos durante el período de muestreo.

El siguiente paso es el de realizar el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, ampliando cualquier procedimiento o método, por ejemplo el criterio de Dixon que es el más recomendable y que para aplicarse se debe realizar lo siguiente.

Se calcula el valor del estadístico (r), para las siguientes situaciones:

$$r = \frac{\left( X_n - X_{n-(j-1)} \right)}{\left( X_{n-(j-1)} - X_1 \right)}$$

Cuando se sospecha del elemento máximo de la muestra.

$$r = \frac{\left( X_j - X_1 \right)}{\left( X_{n-(j-1)} - X_1 \right)}$$

Cuando se sospecha del elemento mínimo de la muestra.

Donde :

$j$  = Elemento del muestreo que defina el límite superior del intervalo de sospecha, en la cola inferior de los datos ya ordenados.

Se calcula el valor del estadístico permisible correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido por el número de observaciones correspondientes al caso que se trate. Para lograr lo anterior, se emplea la tabla No. 2.4. que se presenta enseguida.

Se compara el valor del estadístico ( $R$ ), con el estadístico definido por el nivel de confianza establecido para el muestreo  $R = (1 - \alpha/2)$ , con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de acuerdo con el siguiente criterio.

Si  $r > R = (1 - \alpha/2)$ : Se rechaza la observación sospechosa.

Si  $r < R = (1 - \alpha/2)$ : Se acepta la observación sospechosa.

Una vez rechazadas o aceptadas las observaciones dudosas, se procede a realizar un análisis estadístico de los "n" valores promedio, con el fin de obtener la siguiente información

## CRITERIO PARA RECHAZO DE OBSERVACIONES DISTANTES

ESTADIS TICO	No. DE OBSER- VACIONES	PERCENTILES					MAXIMOS	
		.70	.80	.90	.95	.98	.95	.995
r 10	3	.584	.781	.885	.941	.975	.988	.994
	4	.471	.550	.579	.765	.845	.889	.926
	5	.373	.451	.557	.842	.729	.780	.821
	6	.318	.386	.482	.550	.644	.698	.740
	7	.281	.344	.434	.507	.586	.637	.680
r 11	8	.318	.385	.479	.554	.831	.683	.725
	9	.288	.352	.441	.512	.587	.635	.677
	10	.265	.325	.409	.477	.551	.597	.639
r 21	11	.391	.442	.517	.576	.638	.679	.713
	12	.370	.419	.490	.546	.605	.642	.675
	13	.351	.399	.457	.521	.578	.615	.649
r 22	14	.370	.421	.492	.546	.602	.641	.674
	15	.353	.402	.472	.525	.579	.616	.647
	16	.333	.326	.454	.507	.559	.595	.624
	17	.325	.373	.438	.490	.542	.577	.605
	18	.314	.361	.424	.475	.527	.561	.589
	19	.304	.350	.412	.452	.514	.547	.575
	20	.205	.340	.401	.450	.502	.535	.562
	21	.287	.331	.391	.440	.491	.524	.551
	22	.200	.323	.392	.430	.481	.514	.541
	r 22	23	.274	.316	.374	.421	.472	.505
24		.268	.310	.367	.413	.454	.497	.524
25		.262	.304	.360	.406	.457	.489	.516

La generación per-cápita de los valores promedio por inmuebles, así como la desviación estandar de ellos como conjunto de valores con respecto a la media.

Cuando ya se ha realizado el análisis estadístico comentado en el punto anterior se debe verificar el tamaño real de la premuestra, calculando el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estandar muestral y empleando la distribución "t" de Student ( Tabla No. 2.5. )

La determinación del tamaño real de la muestra se realiza con la siguiente expresión :

$$n_1 = \left( \frac{t s}{E} \right)^2$$

Donde:

$n_1$  = Tamaño real de la muestra

E = Error muestral en kg/Hab/Día, recomendándose emplear un valor comprendido en el siguiente intervalo.

$$0.04 \text{ Kg/Hab/Día} \leq E \leq 0.07 \text{ Kg/Hab/Día}$$

S = Desviación estandar muestral obtenido del análisis estadístico realizado en el punto anterior.

t = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Sabiendo que (n) es el valor de la premuestra, se pueden encontrar las siguientes situaciones :

Grados de libertad	PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "t"							
	t.60	t.70	t.80	t.90	t.95	t.975	t.99	t.995
1	.325	.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	.289	.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	.277	.584	.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	.271	.569	.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	.267	.559	.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	.265	.553	.908	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	.263	.549	.896	1.419	1.895	2.365	2.998	3.499
8	.262	.546	.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	.261	.543	.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	.260	.542	.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	.260	.540	.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	.259	.539	.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	.259	.538	.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.258	.537	.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	.258	.536	.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	.258	.535	.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	.257	.534	.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	.257	.534	.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	.257	.533	.861	.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	.257	.533	.860	.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	.257	.532	.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	.256	.532	.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	.256	.532	.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	.256	.531	.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	.256	.531	.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	.256	.531	.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	.256	.531	.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	.256	.530	.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	.256	.530	.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	.256	.530	.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	.255	.529	.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	.254	.527	.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	.254	.528	.845	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
00	.253	.524	.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

TABLA 2.5.

Si el tamaño de la muestra ( $n_1$ ) resulta ser mayor que el tamaño de la pre-muestra ( $n$ ), es decir  $n_1 > n$  entonces haciendo  $n_2 = n_1 - n$  se obtiene que  $n_2 > 0$  lo que indica que se deberán obtener en campo las ( $n_2$ ) observaciones faltantes de la misma zona de estudio donde se obtuvieron las ( $n$ ) observaciones de la pre-muestra, para cumplir con la confiabilidad deseada para el muestreo.

Para este caso se deberá realizar un nuevo análisis estadístico, que tome en cuenta tanto los ( $n$ ) elementos de la pre-muestra, como a los ( $n_2$ ) elementos faltantes para la muestra.

Si  $n = n_1$  entonces  $n_2 = 0$

El tamaño de la muestra ( $n_1$ ) es igual al tamaño de la pre-muestra ( $n$ ), - por lo cual no se requieren más elementos ( $n_2$ ) para considerar válido el muestreo. Por ello se acepta el análisis estadístico realizado en el punto anterior.

Si  $n_1 < n$ , entonces  $n_2 < 0$

En este caso, el tamaño de la pre-muestra resulta mayor al de la muestra, - tomándose dicho valor como el tamaño real de la muestra, por lo que no deben - eliminarse los elementos sobrantes de la pre-muestra, ya que pueden ampliar en - un momento dado al nivel de confianza del muestreo. De acuerdo con lo anterior, los estadísticos obtenidos para la pre-muestra, se consideran válidos también para la muestra, por lo que no habrá necesidad de realizar un nuevo análisis estadístico.

Habiendo cumplido con lo anterior se tiene que realizar un análisis de confiabilidad, con el fin de poder aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo de trabajo, para el nivel de confianza establecido. Esta fase del procedimiento estadístico consiste en realizar una - prueba de hipótesis en dos colas, o bien ya sea en la cola izquierda o en la - cola derecha de la distribución empleada para este análisis; con el fin de definir si la media muestral ( $\bar{x}$ ) es igual o diferente de la media poblacional ;

pudiendo emplearse para este análisis la tabla No. 2.6 correspondiente a la distribución normal.

Esta fase consiste en el establecimiento de la hipótesis nula y de la hipótesis alternativa. La hipótesis nula a comprobar o rechazar es que la media -- muestral no difiera de la media poblacional.

$$H_0: \bar{X} = \mu \quad \text{Hipótesis Nula}$$

La hipótesis alternativa, es lo contrario de la hipótesis nula, es decir:

$$H_1: \bar{X} \neq \mu \quad \text{Hipótesis Alternativa.}$$

En caso de aceptarse la hipótesis nula, se concluye que los estadísticos de la muestra pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo. Ahora bien, si la hipótesis alternativa se acepta, los estadísticos de la muestra no se toman como los parámetros del universo de trabajo, por lo que será necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el analizado.

#### Prueba de la Razón de Varianza (F).-

Esta prueba se emplea para aceptar o rechazar la siguiente hipótesis:

"La media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual a las medias poblacionales estimadas de los demás estratos en - que se subdividió la población muestreada".

Lo anterior es con el fin de poder concluir que en un momento dado se podrá emplear un valor promedio de la generación de basura per cápita para todos los - estratos socioeconómicos de la población muestreada. Sólo en los casos en que - se considere pertinente, se realizará la Prueba de la Razón de Varianza (F); por lo tanto para un análisis de la información de tipo corriente, no se requiere - realizar esta prueba.

## DISTRIBUCION NORMAL ESTANDAR

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,0	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2518	0,2549
0,7	0,2580	0,2612	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3385	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4014
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4983	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3 0	0,4987									
3 5	0,4997									
4 0	0,4999									

La razón (F) se expresa entre dos varianzas poblacionales estimadas independientemente, como sigue:

$$F = \frac{(S_1)^2}{(S_2)^2}$$

Donde el subíndice, indica el número de la muestra y cada  $(S)^2$ , representa la estimación de la varianza poblacional basada en la muestra.

Cuando las dos varianzas poblacionales estimadas son iguales, la razón (F) debe ser la unidad, y en este caso se prueba la hipótesis anterior.

Si (F) no es igual a la unidad, la diferencia puede ser atribuida al azar (no es significativa), o puede no ser atribuida al azar (es significativa, ya sea demasiado grande o demasiado pequeña). Para formar tales decisiones, debemos confiar en la distribución del estadístico (F).

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis para realizar esta prueba es que - las medias poblacionales normalmente distribuidas, de los estratos socioeconómicos sean iguales.

Cuando se combinan las poblaciones de cada estrato en una única población grande, se espera que la media y la varianza de la población grande  $(\mu, \sigma^2)$ , sean iguales a la de las poblaciones originales de los estratos.

Debe entenderse como población "grande" a la compuesta por las poblaciones de los estratos socioeconómicos muestreados.

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ \sigma^2 &= \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 \end{aligned}$$

La población No. 1 es el universo de trabajo compuesto para el estrato socioeconómico bajo; mientras que la población No. 2, corresponderá al universo de trabajo definido por el estrato socioeconómico medio, y así sucesivamente -- con los demás estratos.

El procedimiento seguido para realizar esta prueba, se describe a continuación: cálculo de las varianzas entre clases ( o entre muestras ).

$$(S_1)^2 = \frac{\sum_{i=1}^m n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2}{m - 1}$$

Donde :

- $m$  = No. de muestras  
 $i$  = No. de la muestra  
 $n_i$  = Tamaño de la muestra extraída de la población "i"  
 $\bar{X}_i$  = Media de los elementos de la muestra "i"  
 $\bar{X}$  = Media de todos los elementos de la muestra grande.  
 $\bar{X}_i - \bar{X}$  = Desviación entre la media de la muestra "i" y la media de la muestra grande.  
 $(\bar{X}_i - \bar{X})^2$  = Cuadrado de la desviación (variación).

Cálculo de la varianza entre clases ( o dentro de las muestras individuales ).

$$(S_2)^2 = \frac{\sum_{i=1}^m \left[ \sum_{j=1}^{n_i} (X_j - \bar{X}_i)^2 \right]}{r - m}$$

Donde :

- $i$  = No. de la muestra  
 $j$  = No. del elemento  
 $X_j$  = Elementos de la muestra "i"  
 $r$  = No. de elementos de la muestra grande (  $r = \sum_{i=1}^m n_i$  )

Los elementos (X) de las muestras, son los promedios por inmueble en - - - Kg/Hab/Día de los 7 valores diarios obtenidos durante el período de muestreo.

Para realizar esta prueba, se podrá emplear la tabla No. 2.7. la cual corresponde a la distribución (F) Fisher.

Solo en el caso que la diferencia se deba al azar, se trabaja con una generación per-cápita, promedio, para los estratos socioeconómicos analizados.

Generación per-cápita de residuos sólidos no domésticos.

Esta generación se puede obtener siguiendo el mismo procedimiento descrito en el inciso 2.2. siempre y cuando se pueda determinar confiablemente el tamaño de la muestra con base en la siguiente expresión :

$$n = \left( \frac{Z}{E} \right)^2$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra, (Número de fuentes por muestrear).  
 E = Error muestral, en Kg/fuente/Dfa. ( $0.04 \leq E \leq 0.08$ )  
 = Desviación estándar poblacional en Kg/fuente/Dfa  
 Z = Percentil de la distribución normal, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.  
 $Z = (1 - \alpha/2)$  .

Para aplicar la expresión anterior, se deben definir primero, los giros de la población, excepto el doméstico, que se pretendan muestrear en la localidad.

Se deberá entender como "fuente" a cualquier establecimiento generador de residuos sólidos, incluido dentro de los giros de la zona por muestrear.

En caso de no poder determinar la generación per-cápita de estos residuos conforme a lo descrito en el punto anterior, se obtendrá a partir de un balance de materia del proceso del giro que se trate. Para tal situación se debe conocer lo siguiente.

PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "F"

$n_1$  = grados de libertad del numerador

2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
19.00	19.25	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.79	5.72	5.69	5.66	5.63
5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.20	3.22	3.15	3.12	3.00	3.04	3.01	2.97	2.93
4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
3.66	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.41	2.35	2.20	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.48	2.41	2.34	2.27	2.19	2.16	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
3.44	3.05	2.82	2.65	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.06	2.01	1.96	1.91	1.85	1.81	1.76
3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
3.39	2.90	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
3.35	2.96	2.73	2.57	2.48	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.76	1.70	1.64
3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
3.07	2.63	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

TABLA 2.7.

- a) Las fronteras del sistema.
- b) Identificar todas las actividades que cruzan u ocurren dentro de su frontera.
- c) Identificar la tasa de generación de residuos sólidos asociados con estas actividades.
- d) Determinar la cantidad de residuos sólidos por medio del balance de materiales.

Este tipo de residuos se relacionan con el número de clientes, monto de ventas, área de establecimientos o giro de la población.

## 2.4- Cantidades de residuos sólidos generados.

A fin de estimar la cantidad de residuos sólidos que se generan en la zona urbana y hotelera de un centro turístico, se debe efectuar un muestreo de basura en casas habitación, hoteles y restaurantes durante cada uno de los días de una semana completa.

En consideración a las actividades a que se dedica la población económicamente activa de un desarrollo turístico, es necesario que en adición a los muestreos domiciliarios se obtengan índices de generación en hoteles y restaurantes, así como en mercados. Los residuos sólidos generados por otros comercios o pequeñas industrias, normalmente participan en porcentaje muy bajo en el total de basura generada en un desarrollo turístico.

La elección de los sitios de muestreo debe tomar en cuenta la distribución de los estratos socioeconómicos (alto, medio y bajo) en el caso de muestras domiciliarias, el número de estrellas en el caso de los hoteles y la calidad del servicio (primera y popular) en los restaurantes. En todos los casos se debe considerar la facilidad de acceso, la intensidad de tránsito vehicular y peatonal y la cercanía de los lugares de muestreo al lugar donde se analizarán las muestras.

### 2.4.1. Zonificación :

Con el propósito de que el muestreo domiciliario tome en consideración la proporción con que contribuye cada estrato socioeconómico en la generación de residuos sólidos de un área turística, se debe revisar la información existente -- sobre población perteneciente a cada estrato, posteriormente ya se puede determinar la cantidad de muestras por tomar en cada una de las zonas en estudio, las cuales se han definido previamente desde un punto de vista socioeconómico.

El número de muestras se determina de acuerdo a uno de los métodos mencionados a principio y el levantamiento de las mismas se hará en zonas representativas de su nivel socioeconómico (bajo, medio y alto).

De esta manera cada uno de los estratos participará en la muestra completa en proporción aproximada al número de personas con que participa en la población residente.

Para los hoteles conviene hacer una distinción en hoteles con más de dos estrellas y con menos de tres, por que los hoteles de dos o menos estrellas carecen de restaurantes lo que implica que los residuos sólidos generados sean diferentes, además con una sola excepción los hoteles de tres y más estrellas se localizan generalmente en las zonas hoteleras. Para los muestreos se recomienda - seleccionar hoteles de cuatro y dos estrellas.

En lo referente a restaurantes, éstos se deben de dividir en restaurantes - de primera y segunda clase.

Para complementar el presente capítulo se presentan algunos resultados obtenidos en los estudios de residuos sólidos que se han elaborado para Centros Turísticos.

#### 2.4.2. Viviendas.

Los valores medios de la generación per-cápita de basura domiciliar - - - (GPCB) mediante la aplicación del procedimiento mencionado en el inciso (2.2) - que se refiere a los trabajos de campo, se resumen en la tabla que aparece a continuación.

CONCEPTO	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MEDIA DE MEDIAS
G P C B	0.675	0.691	0.702	0.619	0.660	0.693	0.701	0.679
PESO TOTAL DE BASURA MUESTREADA.	236.130	243.955	297.570	218.425	223.512	238.575	263.850	238.860

Tabla No. 2.8.

### 2.4.3. Hoteles:

Para el análisis se recomienda elegir hoteles con categoría de dos, cuatro y cinco estrellas como representativos. El criterio de selección de los hoteles, consistirá en que tengan fácil acceso, que se den las facilidades para recoger la basura, que se proporcionen los datos necesarios y que sean representativos de los tipos de hoteles que existen, tanto en la zona urbana como en la zona hotelera. Para tal efecto, se debe entrevistar al personal del departamento de recepción, a los contralores o inclusive a los gerentes a fin de explicarles el motivo del estudio y la participación que se les solicita; para ésto se les debe entregar una carta de presentación y hacerles preguntas a través de cuestionarios.

En virtud de que se generan grandes volúmenes de basura en hoteles, del orden de 1 a 3 toneladas diariamente, se deben tomar muestras que sean representativas de cada uno de los departamentos que generan volúmenes considerables de basura en un hotel, por lo cual se deberá recoger por separado basura de cuarto, restaurante y bar principalmente.

La basura de restaurante solo se pesara a fin de conocer su peso, pero dado que contiene en su mayoría materia orgánica, no se transportará al sitio de análisis de las muestras.

A fin de estimar las cantidades de residuos sólidos que se genera durante un día en los hoteles, se pueden tomar como base los índices de generación de basura de cuartos, restaurante, bar y playas de algunos hoteles que han sido analizados anteriormente.

#### a) Cuartos hoteleros.

Hotel de 2 estrellas.- con un porcentaje de ocupación del 60% y 45% de huéspedes diarios en promedio se pudo obtener una idea de la basura que se genera en los cuartos por huésped, dado que este tipo de hoteles carecen de restaurante, bar y playa, y sobretodo por que la muestra incluyó al total de la basura generada, por que su volumen era manejable.

Se consideró el promedio de los índices de generación obtenidos durante 5 días de una semana.

GPCB en cuartos

$$\begin{aligned} \text{de hotel de 2 estrellas} &= \frac{0.467 + 0.55 + 0.444 + 0.381 + 0.475}{5} \\ &= 0.464 \text{ Kg/huésped/día.} \end{aligned}$$

Hotel de 4 estrellas.- se registró que habían 15 bolsas de basura de cuarto durante un día en que hubo 530 huéspedes y tomando en cuenta que las bolsas que se utilizan de basura de cuarto pesan del orden de 17 kilos en hoteles de este tipo.

GPCB en cuartos de

$$\begin{aligned} \text{hotel de 4 estrellas} &= (17 \text{ Kg/bolsa} \times 15 \text{ bolsas}) / 530 \text{ huéspedes} \\ &= 0.481 \text{ Kg/huésped/día.} \end{aligned}$$

b) Restaurant de Hotel :

En un hotel de 4 estrellas se verificó que habían 30 bolsas de residuos sólidos durante un día en que hubo 737 comensales y considerando que las bolsas pesan del orden de 20 a 35 Kg. en restaurantes de este tipo.

GPCB en restaurantes

$$\begin{aligned} \text{de hotel} &= (27.5 \text{ Kg/bolsa} \times 30 \text{ bolsas}) / (737 \text{ comensales día}) \\ &= 1.12 \text{ Kg/comensal/día.} \end{aligned}$$

Este valor es aproximado al promedio observado en otros restaurantes del mismo tipo, que fue de 0.975 Kg/comensal/día.

## c) Bar de Hotel :

En un hotel de 4 estrellas se registró que había 8 bolsas de bar durante un día que hubo 737 comensales en restaurante y 353 personas atendidas en el bar y considerando que las bolsas de bar pesan del orden de 9 a 12 Kg.

$$\begin{aligned} \text{GPCB en bares de hotel} &= (10.50 \text{ Kg/bolsa} \times 8 \text{ bolsas}) / (353 \text{ personas/día}) \\ &= 0.238 \text{ Kg/persona/día.} \end{aligned}$$

Para poder hacer evaluaciones en función de los comensales en restaurantes, ya que es mucho menos frecuente contar con información sobre el número de servicios servidos en el bar se tradujo la GPCB en bares en función de los comensales servidos al mismo día.

$$\begin{aligned} \text{GPCB en bares} \\ \text{de hotel} &= (10.5 \text{ Kg/bolsa} \times 8 \text{ bolsas}) / 737 \text{ comensales} \\ &= 0.114 \text{ Kg/comensal/día.} \end{aligned}$$

Las cantidades que se presentan en la tabla siguiente corresponden a la generación de basura en hoteles de 2 y 4 estrellas que son los representativos de las zonas hoteleras de un Desarrollo Turístico.

CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN LOS HOTELES

CATEGORIA DEL HOTEL	PESO DE LA BASURA GENERADA DURANTE LOS DIAS DEL MUESTREO (KG/DIA)							TOTAL DE LA SEMANA		GBPH KG/HUESPED/DIA
	JUE.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIER.	BASURA (Kg/SEM)	NUMERO DE HUESPEDES	
4 Estrellas	734	740	690	723	644	695	745	4,971	2,063	2,410
4 Estrellas	544	544	544	544	544	544	544	3,808	1,456	2,615
2 Estrellas	30	27	20	7	18	22	26	150	223	0,679
2 Estrellas	18	15	16	14	10	13	17	103	224	0,464

Tabla No. 2.9.

G.B.P.H. : Generación de basura promedio por huésped por día.

Para hoteles de 3 ó más estrellas 1.590 huésped/cto.

Para hoteles de 2 ó más estrellas 1.287 huésped/cto.

#### 2.4.4. Restaurantes.

El muestreo en restaurantes tiene como objetivo conocer la cantidad de residuos sólidos que se generan diariamente, el volumen que éstos ocupan y obtener índices que permitan estimar la cantidad de residuos sólidos que genera cada comensal. Dado que en su mayoría la composición de la basura es materia orgánica, no necesariamente se debe efectuar la selección de subproductos. Para hacer representativo el muestreo se tienen que elegir restaurantes de primera clase y -- restaurantes de clase popular.

Previo a la toma de muestras, se debe entrevistar a los propietarios de cada uno de los restaurantes, hacerles algunas preguntas y entregarles una carta de presentación en la que se les explique el objetivo del muestreo y se les solicite su cooperación a fin de obtener datos representativos.

Generalmente se presentan problemas para que los restaurantes proporcionen todos los días datos acerca del número de comensales por día, por lo cual conviene utilizar los índices que se consideran más realistas para completar los días en que no se disponga de los datos.

Tomando en cuenta que en un Desarrollo Turístico existen restaurantes de primera clase y de clase popular, las cantidades de basura que se generan en ambos son diferentes, tal como se muestra en la tabla 2.10.

CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS EN RESTAURANTES

CATEGORIA DEL RESTAURANTE		MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	TOTAL SEMANA
PRIMERA CLASE	KG.	124	193	216	199	145	234	118	1,229
	COMENSAL	119	200	224	210	148	246	115	1,262
	KG/COM.	1.042	0.965	0.965	0.948	0.980	0.951	1.026	0.974
PRIMERA CLASE	KG.	42	-	68	112	162	75	178	637
	COMENSAL	45	-	65	115	165	76	160	626
	KG/COM.	0.93	-	1.046	0.974	0.982	0.987	1.113	1.018
CLASE POPULAR	KG.	56	63	71	75	77	61	45	448
	COMENSAL	70	87	76	90	95	75	60	553
	KG/COM.	0.800	0.718	0.934	0.833	0.811	0.813	0.750	0.809
CLASE POPULAR	KG.	56	41	45	39	46	37	48	312
	COMENSAL	70	55	65	50	65	50	60	415
	KG/COM.	0.80	0.745	0.692	0.780	0.708	0.740	0.800	0.752

PROMEDIO DE RESTAURANTES DE PRIMERA = 0.996 KG/COMENSAL  
 PROMEDIO DE RESTAURANTES POPULARES = 0.781 KG/COMENSAL  
 PROMEDIO DE LOS RESTAURANTES = 0.930 KG/COMENSAL

TABLA 2.10.

Tomando en cuenta los índices de generación de residuos sólidos a nivel domiciliario, en hoteles y restaurantes se elaboró la siguiente tabla :

GENERADOR	INDICE DE GENERACION (KG/DIA/PERSONA)	POBLACION CONSIDERADA	RESIDUOS GENERADOS (TON/DIA)
Población Residente	0.679	81,700	55.474
Hoteles de 3 estrellas o más .	2.510	7,914	19.864
Hoteles de 2 estrellas o menos.	0.570	1,288	0.734
Restaurante primera	0.996	12,741	12.690
Restaurante popular	0.781	3,865	3.019
Mercados			20.000
Otros	10% residuos domiciliarios.		
S U M A			117.328

TABLA 2.11.

Finalmente se presenta un resumen de los parámetros de generación y densidad calculados de acuerdo al tipo de residuos; se observa que la densidad de los residuos domésticos es de 0.209 ton/m<sup>3</sup>., que es superada por la de hoteles de 3 estrellas o más, restaurantes y mercados debido al alto contenido de materia orgánica y humedad; mientras que la de hoteles de menos de tres estrellas al no tener restaurante, sus residuos casi no contienen desechos orgánicos, y su densidad es más baja

TIPO	UNIDAD	GENERACION	DENSIDAD (TON/M <sup>3</sup> .)
Domiciliaria	Kg/Hab/día	0.679	0.209
Hoteles de tres estrellas o más.	Kg/Cto/día Kg/Hues/día	3.992 2.51	0.317
Hoteles de menos de tres estrellas.	Kg/cto/día Kg/Hues/día	0.734 0.57	0.140
Restaurantes de primera	Kg/comen/día	0.996	0.371
Restaurantes populares	Kg/comen/día	0.781	0.354
Mercados	Relación con la Domicil.	36.05%	0.354 *
Otros (escuelas, calles, parques y oficinas).	Relación con la Domicil.	10%	**

\* Debido al contenido se estima que es similar a la de restaurante popular.

\*\* No se estimó.

TABLA 2.12.

## 2.5 Composición.

La basura que se genera en un centro turístico está compuesta por basura de hoteles, de viviendas, de restaurantes, de bares, de playas y en algunos casos -- por pequeños porcentajes de desechos industriales los cuales no presentan ningún problema.

El conocimiento de las cantidades generadas es la base para un mejor diseño del sistema que comprende almacenamiento recolección, transportación y disposición final.

Los residuos más representativos son los generados en la zona hotelera, por lo que tomando en cuenta los índices mencionados en incisos anteriores, se estima que la cantidad de basura producida en un hotel que cuenta con restaurante, bar y playa ( categoría tres estrellas o más ) está compuesta de los siguientes porcentajes en peso.

Número de huéspedes	530
Número de comensales	737
Número de personas atendidas en el bar.	353
Frente de playa	100 m.

Fuente de Generación	Número de Personas	Generación de Basura per cap. (GBPC)	Porcentaje en peso	Peso (Kg/día)
Cuartos	530	0.481	19.41	254.930
Restaurante	737	1.119	62.77	824.703
Bar	737	0.114	6.40	84.018
Playas	100 m.	1.2 M <sup>3</sup> /100m/día x 125 Kg. M <sup>3</sup> .	11.42	150.00
<b>TOTAL</b>			<b>100.00</b>	<b>1,313.65</b>

TABLA 2.13

### 2.5.1 Selección de Subproductos:

Con el fin de ilustrar este inciso se expondrán algunos de los resultados obtenidos en los estudios de residuos sólidos que con anterioridad se han realizado en los desarrollos turísticos que a la fecha se encuentran en operación.

#### a) Muestras domiciliarias :

Una vez que se cuenta con la basura muestreada se toman 60 Kg. y se mezclan, se extienden en un área de un metro por un metro, se cuartean y de allí se seleccionan dos cuartos opuestos con un peso total aproximado de 30 Kg. para efectuar la selección de subproductos.

Los subproductos se colocan por separado en bolsas de plástico y se pesan en una báscula colgante de carátula con capacidad máxima de 10 Kg. anotando los pesos en tablas de análisis físico como la presentada en la fig. 2.1

En la tabla No. 2.14 se resumen los promedios en peso de los subproductos obtenidos en una semana de las muestras domiciliarias, así como las estimaciones determinadas en hoteles.

PROMEDIO DE SUBPRODUCTOS OBTENIDOS COMO RESULTADO DEL ANALISIS DE UN MUESTREO REALIZADO

PORCENTAJES EN PESO DE LOS SUBPRODUCTOS ( % )

Subproductos	Domiciliaria	Hotel 4 Estrellas	Hotel 4 Estrellas	Hotel 2 Estrellas	Hotel 2 Estrellas
Papel	4.77	6.028	6.402	4.722	49.540
Cartón	3.37	0.926	1.072	1.831	3.607
Vidrio blanco	5.71	4.374	4.418	8.024	19.072
Vidrio ambar	5.38	1.523	2.887	5.070	5.411
Vidrio verde	2.13	0.974	1.924	3.608	3.875
Lata	5.08	0.354	0.592	1.570	1.938
Fierro	--	0.020	0.074	--	0.017
Metal no ferroso	--	--	--	--	--
Mat. orgánica	59.22	81.441	80.214	67.410	6.312
Plástico de película	4.35	1.568	0.855	2.792	3.020
Plástico rígido	1.69	0.388	0.113	0.779	2.520
Mat. de construcción	--	1.698	--	--	--
Hueso	0.19	0.047	0.014	--	--
Hule	0.87	--	-0.031	0.043	0.541
Madera	0.02	0.070	--	0.313	--
Trapo	1.15	0.093	0.287	0.948	1.760
Algodón	2.51	0.322	0.781	1.991	1.216
Cuero	0.13	--	0.058	0.298	--
Envases Tetrapak	0.86	0.080	--	0.333	1.082
Suelo	0.94	--	--	--	--
Poliestireno expandido	1.63	0.094	0.211	0.268	0.089
Otros	--	--	0.067	--	--
<b>S U M A</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

TABLA 2.14

**b) Muestras de Hoteles:**

De experiencias anteriores se ha observado que las muestras pesan alrededor de 30 Kg. por lo cual la selección de subproductos se puede efectuar sin hacer cuarteo. En forma similar al muestreo domiciliario, se colectan y pesan cada uno de los subproductos y los resultados se concentran en las mismas formas de análisis físico que se utilizan para los muestreos domiciliarios.

Los resultados de la selección de subproductos de las muestras típicas de hoteles de cuatro estrellas y domiciliarias se muestran en el siguiente cuadro.

RESUMEN DE LAS CANTIDADES DE SUBPRODUCTOS DE LAS MUESTRAS  
DE HOTEL Y DOMICILIARIAS.

SUBPRODUCTO	MUESTRA ANALIZADA			
	HOTELERA		DOMICILIARIA	
	PESO (Kg.)	PORCENTAJE (%)	PESO (Kg.)	PORCENTAJE (%)
Papel	8.500	22.52	2.862	4.77
Cartón	0.900	2.20	2.022	3.37
Vidrio blanco transparente	4.200	11.13	3.426	5.71
Vidrio ámbar	4.200	11.13	3.328	5.38
Vidrio verde	2.500	6.60	1.278	2.13
Lata	1.200	3.18	2.048	5.08
Fierro	0.025	0.07	--	--
Metales no ferrosos	--	--	35.532	--
Material de cocina (orgánico)	13.000	34.44	2.610	59.22
Plástico de película	1.100	2.90	1.014	4.35
Plástico rígido	0.025	0.07	--	1.69
Material de construcción	--	--	0.114	--
Hueso	--	--	0.522	0.19
Hule	--	--	0.012	0.87
Madera	--	--	0.690	0.02
Trapo	0.700	1.85	1.290	1.15
Algodón	0.800	2.12	0.078	2.51
Cuero	--	--	--	0.13
Fibras de esclerénquima	--	--	0.516	--
Envases tetrapak	--	--	0.564	0.86
Suelo ( 2 mm, criba DGM-3 m)	--	--	0.978	0.94
Poliestireno expandido	0.525	1.40	--	1.63
Otros	0.070	0.18	--	--
T O T A L	37.745	100.00	59.884	100.00

TABLA 2.15

**c) Muestras de Restaurantes :**

En restaurantes generalmente no se realiza el análisis físico de selección de subproductos, debido a que en su mayoría el subproducto que predomina es la materia orgánica.

### 3. RESULTADOS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN ALGUNOS CENTROS TURISTICOS.

Como se ha mencionado, en un desarrollo turístico los desechos sólidos siempre han provocado serios problemas que tienden a degradar en forma muy significativa el medio ambiente, por esto mismo se han realizado minuciosos estudios sobre este particular en diferentes centros turísticos, obteniendo como resultado valores similares que permiten inferir, parámetros para predecir bajo las condiciones que se presenten el comportamiento de un complejo turístico en lo que se refiere a la generación de desechos sólidos.

#### 3.1 IXTAPA ZIHUATANEJO.

##### GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS.

( POBLACION FIJA ZIHUATANEJO )		1000 HABITANTES
GENERACION DOMICILIARIA	POBLACION FIJA	1.16 KG/HAB/DIA
	DENSIDAD	346 KG/M3.
IXTAPA	5.93 KG/CTO.Ocupado/DIA	
	3.67 KG/CTO.DISPONIBLE/DIA	
ZIHUATANEJO	6.07 KG/CTO.Ocupado/DIA	
	3.93 KG/CTO.DISPONIBLE/DIA	
DENSIDAD		40.5 KG/M3.

COMPOSICION ACTUAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

<u>C O N C E P T O</u>	<u>ZONA URBANA</u>	<u>ACTIVIDAD TURISTICA</u>
<b>MATERIA FERMENTABLE</b>		
Materia orgánica	57.07%	57.00%
<b>MATERIAL INERTE</b>		
Metales	2.10%	3.20%
Vidrios	7.50%	9.60%
Tierra	7.40%	2.10%
<b>MATERIALES COMBUSTIBLES</b>		
Papel/cartón	10.25%	15.10%
Plástico	6.64%	6.10%
Madera	2.20%	3.30%
Textiles	2.37%	1.00%
Varios	4.50%	2.60%
Porcentaje generado por la zona urbana	72.70%	(25.96 Ton.)
Actividad Turística	27.30%	( 9.77 Ton.)

Se agrupó para esta proyección; vivienda, comercio y servicios.

TABLA 3.2.

CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS POR ACTIVIDAD TURISTICA

<u>H O T E L</u>	<u>No. CUARTOS</u>	<u>% DE OCUPACION</u>	<u>No. DE CUARTOS OCUPADOS</u>	<u>GENERACION ESTIMADA (KG/DIA)</u>
PRESIDENTE	440	48	211	1,251
I RIVIERA DEL SOL	480	43	206	1,222
X HOLIDAY IN	240	74	177	1,050
T CRISTAL	260	72	187	1,109
A DORADO PACIFICO	285	64	182	1,079
P ARISTOS	226	76	172	1,020
A CASTEL PALMAR	110	68	75	445
CLUB MEDITERRANEE	375	76	285	1,690
	2,416	-	1,495	8,866
Z				
I CAMINO REAL	441	77	340	2,063
H SHERATON	339	64	217	1,317
U PLAYA LINDA	350	50	175	1,060
A				
	1,130	-	732	4,440
T O T A L	3,546	-	2,227	13,306
GENERACION EN HOTELES DE IXTAPA	8,866 ÷	1,495 =	5.93 KG/CTO/DIA	(EN CUARTOS OCUPADOS)
	8,866 ÷	2,416 =	3.67 KG/CTO/DIA	(EN CUARTOS DISPONIBLES)
GENERACION EN HOTELES DE ZIHUATANEJO	4,440 ÷	732 =	6.07 KG/CTO/DIA	(EN CUARTOS OCUPADOS)
	4,440 ÷	1,130 =	3.93 KG/CTO/DIA	(EN CUARTOS DISPONIBLES)
GENERACION TOTAL EN LA ZONA	13,306 ÷	2,227 =	5.97 KG/CTO/DIA	(EN CUARTOS OCUPADOS)
	13,306 ÷	3,546 =	3.75 KG/CTO/DIA	(EN CUARTOS DISPONIBLES)

TABLA 3.3.

CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS RECOGIDOS SECTOR URBANO - HOTELERO IXTAPA - ZIHUATANEJO

1. MUNICIPIO

RECORRIDO	Recolecciones día/semana	Cantidad viajes diario	Peso/ viaje Kg.	M3 Transpor- tados Kg.	Peso total diario Kg.	Kg./M3.
1. Hoteles Ixtapa	7	4	2,430	24	9,720	405
2. Urbana Zihuatanejo	6	2	2,760	14	5,520	394
3. Urbana Zihuatanejo Mercado	6	4	2,280	24	9,120	380
4. Centro Zihuatanejo	7	3	2,076	18	6,228	346
5. Urbana Zihuatanejo	6	2	1,035	10	2,070	207
CONTENEDORES	6	15	980	42	14,700	350

2. HOTELES CON SERVICIO DE RECOLECCION PROPIO

Camino Real	7	1	2,016	5.3	2,016	405
Sheraton	7	1	1,287	3.2	1,287	405

3. BNYO, S.A.

Area urbana Ixtapa, Centro comercial y calles.	6	4	1,277	14,6	5,030	346
---	---	---	-------	------	-------	-----

4. GOBIERNO FEDERAL

Playas Públicas	6	1	1,030	3.4	<u>1,030</u>	300
-----------------	---	---	-------	-----	--------------	-----

CANTIDAD TOTAL RECOLECTADA DIARIA

51,539 Kg.

FUENTE: Investigación INTRA-2

## 3.2 Cancún Q. Roo.

GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS

GENERACION DOMICILIARIA	POBLACION ACTUAL	90,000 HAB.
	POBLACION FIJA	80,000 HAB.
	POBLACION VISITANTE	10,000 HAB.
	POBLACION FIJA	0.679 KG/HAB/DIA
	HOTELES 3 ESTRELLAS O MAS	2.510 KG/HAB/DIA
	HOTELES 2 ESTRELLAS O MAS	0.570 KG/HAB/DIA
	GENERACION PROMEDIO	1.540 KG/HAB/DIA

LA GENERACION DE LA POBLACION VISITANTE SE CONSIDERA EL 43.17% DE LA GENERACION DOMICILIARIA.

RESIDUOS SOLIDOS

<u>F U E N T E</u>	<u>GENERACION KG/PERSONA/DIA</u>	<u>DENSIDAD TON/M3.</u>
POBLACION RESIDENTE	0.679	0.209
HOTELES 3 ESTRELLAS O MAS	2.510	0.317
HOTELES 2 ESTRELLAS O MAS	0.570	0.140
RESTAURANTES DE PRIMERA	0.996	0.371
RESTAURANTES POPULARES	0.781	0.354
MERCADOS	43% DOMICILIARIA	0.354
OTROS	10% DOMICILIARIA	NO SE ESTIMO

CANTIDADES DE PRODUCTOS ACTUALMENTE APROVECHABLES ( TON/AÑO )

<u>P R O D U C T O S</u>	<u>DOMICILIARIA Y OTROS</u>	<u>HOTELES DE MAS DE 3 ESTRELLAS</u>	<u>HOTELES ABAJO DE 3 ESTRELLAS</u>	<u>RESTAURANTES</u>	<u>MERCADOS</u>	<u>B R U T O</u>	<u>% APROVE CHABLE.</u>	<u>TOTAL DE RECUPERA DOS.</u>
Papel	887.29	479.60	77.43	85.51	-.-	1,529.83	50	764.92
Cartón	626.87	77.23	7.76	-.-	-.-	711.86	80	569.49
Vidrio blanco	1,062.15	339.81	38.67	30.54	-.-	1,471.17	65	956.26
Vidrio ámbar	1,000.76	170.68	14.96	85.51	-.-	1,271.91	65	826.74
Vidrio verde	396.21	111.98	10.67	30.54	-.-	549.40	65	357.11
Lata	944.96	36.30	4.99	30.54	-.-	1,016.79	70	711.55
Fierro	-.-	3.86	0.03	-.-	-.-	3.89	80	3.11
Materiales no ferrosos	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	-.-	70	-.-
Material orgánico	11,015.81	6,241.72	105.19	5,679.96	7,300	23,042.68	-	-.-
Plástico de película	809.17	93.45	8.31	18.32	-.-	929.25	70	650.48
Plástico rígido	314.37	19.31	4.71	-.-	-.-	338.39	60	203.03
Materiales de construcción	-.-	65.65	-.-	-.-	-.-	65.65	30	19.70
Hueso	35.34	2.32	-.-	116.04	-.-	153.70	60	92.22
Hule	161.83	1.54	0.83	-.-	-.-	164.20	80	131.36
Madera	3.72	3.09	0.46	-.-	-.-	7.27	70	5.09
Trapo	213.92	14.67	3.85	12.22	-.-	244.66	50	122.33
Algodón	466.90	42.48	4.57	-.-	-.-	513.95	50	256.98
Cuero	24.18	2.31	0.43	-.-	-.-	26.93	60	16.16
Envases tetrapak	59.97	3.09	2.03	-.-	-.-	165.09	70	115.56
Suelo	174.85	-.-	-.-	-.-	-.-	174.85	-	-.-
Poliestileno expandido	303.20	11.58	0.51	18.32	-.-	333.61	60	200.17
Otros	-.-	2.32	-.-	-.-	-.-	2.32	-	-.-
<b>S U M A</b>	<b>18,601.50</b>	<b>7,723.00</b>	<b>285.40</b>	<b>6,107.50</b>	<b>7,300</b>	<b>40,017.40</b>	<b>-</b>	<b>6,002.46</b>

PRODUCCION TOTAL DE BASURA POR AÑO = 40,017.40 TON/AÑO

TABLA 3.6.

DENSIDADES APARENTES DE UNA SEMANA ( MUESTRA COMPLETA EN HOTELES )

MUESTRA	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26	LUNES 27	MARTES 28	MIERCOLES 29	PROMEDIO
DOMICILIARIA 1) 2)	0.199 236.130	0.222 243.955	0.199 247.570	0.199 218.425	0.140 223.512	0.199 238.575	0.292 263.850		0.209 1 672.017
HOTEL PLAYA BLANCA		(0.281) 0.334	(0.222) 0.320	(0.211) 0.309	(0.339) 0.320	(0.175) (*)	(0.327) 0.348	(0.222) 0.310	0.324
HOTEL CARROUSEL		(0.211) 0.320	(0.175) 0.312	(0.105) 0.296	(0.199) 0.314	(*)	(0.152) 0.306	(0.164) 0.312	0.310
HOTEL SOBERANIS		(**)	0.094	0.105	0.082	(*)	0.140	(**)	0.105
HOTEL FLAMBOYANES		0.199	0.140	0.152	0.187	(*)	0.175	0.199	0.175
RESTAURANTE LA MESA DEL CAPITAN	0.281 124.0	0.292 193.0	0.550 216.0	0.401 199.0	0.421 145.0	0.409 234.0	0.351 118.0		0.397 1 229.0
RESTAURANTE SOBERANIS	0.246 42.0	(**)	0.281 68.0	0.503 112.0	0.164 162.0	0.713 75.0	0.304 178.0		0.345 637.0
RESTAURANTE VALLADOLID	0.374 56.0	0.339 62.5	0.292 71.0	0.398 75.0	0.351 77.0	0.433 61.0	0.363 45.0		0.363 447.500
RESTAURANTE R O C C O	0.433 56.0	0.339 41.0	0.398 45.0	0.327 39.0	0.374 46.0	0.491 37.0	0.386 48.0		0.393 312.0

\*) No hubo muestreo debido a que revolieron la basura

\*\*\*) No hubo basura estos días

(0.281) Densidades obtenidas en hoteles del análisis de la muestra.

1) Densidad Kg/litro

2) Total de basura gen-(Kg.)

TABLA 3.7.

## 3.3 Puerto Valiarta, Jál.

	POBLACION ACTUAL	100,000 HAB.
GENERACION	ESTRATO BAJO	0.572 KG/HAB/DIA
DOMICILIARIA	ESTRATO MEDIO	0.669 KG/HAB/DIA
	ESTRATO ALTO	0.806 KG/HAB/DIA
	TOTAL DE CUARTOS	6,425 CUARTOS
	VISITANTES	11,543 PERSONAS
	TRABAJADORES	5,123 PERSONAS
	GENERACION PROMEDIO	1.024 KG/HAB/DIA
	NORMA E.U.A.	1.100 KG/HAB/DIA
	TOTAL HOTELES	18.6 TON/DIA
HOTELES	CONDOMINIOS G.P.C.O.806 KG/HAB/DIA--G.C.F. 2.39 KG/CTO/DIA	
	GRAN TURISMO G.P.C.1.492 KG/HAB/DIA--G.C.F. 3.56 KG/CTO/DIA	
	5 ESTRELLAS G.P.C.1.492 KG/HAB/DIA--G.C.F. 3.64 KG/CTO/DIA	
	4 ESTRELLAS G.P.C.O.977 KG/HAB/DIA--G.C.F. 2.64 KG/CTO/DIA	
	3 ESTRELLAS G.P.C.O.977 KG/HAB/DIA--G.C.F. 2.62 KG/CTO/DIA	
	2 ESTRELLAS G.P.C.O.851 KG/HAB/DIA--G.C.F. 2.14 KG/CTO/DIA	
	1 ESTRELLA G.P.C.O.575 KG/HAB/DIA--G.C.F. 1.52 KG/CTO/DIA	
	G.P.C. = GENERACION PER CAPITA (Promedio 1.024 KG/HAB/DIA)	
	G.C.F. = GENERACION POR CUARTO FISICO ( Promedio 2.650 -- KG/CTO/DIA ).	
MERCADOS	GENERACION= 1680 KG/DIA/100,000 HAB = 17 GR/HAB/DIA	
	0 1680 KG/DIA/6425 CUARTOS= 262 GR/CUARTO/DIA	
PESO	ESTRATO BAJO	253 KG
VOLUMETRICO	ESTRATO MEDIO	269 KG
	ESTRATO ALTO	291 KG

TABLA 3.8.

GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS EN HOTELES DE PUERTO VALLARTA, JAL.

Clasificación	Número Total de cuartos	Distribución Porcentual (%)	Ocupación (1) (%)	Número de Cuartos ocupados	Factor de Ocupación (Huésped/cuarto)	Producción de Desechos sólidos ( Kg/d)	Índice de Generación	
							(Kg/Huésped/d)	(Kg/Cto/d (2))
Condominios	794	12	78.0	619	2.8	2,113	1.219	3.41
Gran Turismo	1,526	24	91.5	1,396	1.4	5,535	2.832	3.96
5 Estrellas	1,144	18	88.4	1,111	1.7	4,163	2.204	3.75
4 Estrellas	1,165	18	96.6	1,125	1.9	3,082	1.442	2.75
3 Estrellas	950	15	94.2	895	2.1	2,485	1.322	2.78
2 Estrellas	402	6	92.7	373	2.3	860	1.002	2.31
1 Estrella	444	7	98.5	437	2.5	675	0.618	1.55
Totales y Promedios	6,425	100	-	5,956	1.95	18,913	1.628	3.18

(1) Durante periodo de muestreo

(2) Cuarto ocupado

TABLA 3.9.

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE MUESTREOS DE LA GENERACION  
DE DESECHOS SOLIDOS EN HOTELES DE PUERTO VALLARTA, JAL. ( 11 a 18-11-84 )

CLASIFICACION POR NIVELES Y CLASES	No.DE CUARTOS	% DE OCUPACION	FACTOR DE OCUPACION	TOTAL DE VISITANTES	NO. DE TRABAJADORES	NO. TOTAL DE OCUPANTES	GENERACION PER CAPITA (Kg/hab/dfa)	GENERACION TOTAL (Kg/dfa)	DENSIDAD DE (Kg/dfa)	VOLUMEN ESPERADO (Kg/M3)	GENERACION ANUAL ( M3 )
ALTO											
7	794	78.0	2.8	1883	467	2350	0.8062	1,894.6	291.06	6.509	3275.9
6	1526	91.5	1.4	1933	1710	3643	1.492	5,435.4	196.90	27.605	10075.8
5	1144	88.4	1.7	1717	1073	2790	1.492	4,162.7	194.22	21.433	7823.0
MEDIO											
4	1165	96.6	1.9	2154	1001	3155	0.977	3082.0	208.7	14.766	5390.9
3	950	94.2	2.1	1913	630	2543	0.977	2484.5	208.7	11.90	4345.2
BAJO											
2	402	92.7	2.3	848	163	1011	0.851	860.3	257.1	3.346	1221.4
1	444	98.5	2.5	1095	79	1174	0.575	675.0	250.0	2.700	986.6
PROMEDIO	6425	91.4	2.1	11543	5123	16666	1.024	18,594.5	210.6	88.259	32,217.80

REF. Proyecto Ejecutivo de Relleno Sanitario de la Ciudad de Puerto Vallarta, Jal., SEDUE, 1984.

TABLA 3.10.

GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS EN HOTELES DE PUERTO VALLARTA, JAL.

CLASIFICACION	NIVEL	NUMERO DE CUARTOS	± DE OCUPACION	FACTOR DE OCUPACION	% DE OCUPACION POR CATEGORIA	INDICE DE GENERACION (kg/cuarto-día)	
						FISICO	OCUPADO
CONDOMINIOS	ALTO	794	78.0	2.8	12	2.39	3.06
GRAN TURISMO	ALTO	1526	91.5	1.4	24	3.56	3.89
5 ESTRELLAS	ALTO	1144	88.4	1.7	18	3.64	4.12
4 ESTRELLAS	MEDIO	1165	96.6	1.9	18	2.65	2.74
3 ESTRELLAS	MEDIO	950	94.2	2.1	15	2.62	2.78
2 ESTRELLAS	BAJO	402	92.7	2.3	6	2.14	2.31
1 ESTRELLA	BAJO	444	98.5	2.5	7	1.52	1.54
T O T A L		6,425	-	-	100	2.65	2.92

REF: Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario de la Ciudad de Puerto Vallarta, Jal., SEDUE, 1984

TABLA 3.11.

GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS EN MERCADOS  
DE PUERTO VALLARTA, JAL.

NOMBRE	FECHA		GENERACION (kg/día)	VOLUMEN ESPERADO (m <sup>3</sup> /día)	DENSIDAD (Kg/M <sup>3</sup> )	GENERACION ANUAL	
						(Kg)	(M <sup>3</sup> )
DEL CUALE	13-11-84		220	1.3	220		
	14-11-84		280	1.2	233.3		
	PROMEDIO		250	1.1	227.3	91.250	401.5
5 DE DICIEMBRE	14-11-84		980	3.8	257.9		
	15-11-84		1220	5.2	234.6		
	PROMEDIO		1100	4.5	244.4	401,500	1642.8
E. ZAPATA	NO SE	MUESTREO	SE ESTIMA 30% DEL PRODUCIDO EN EL 5 DE DICIEMBRE				
	PROMEDIO		330	1.4	235.7	120,450	511.0
T O T A L			560	2.3	235.8	204,400	866.8

REF: Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario de la Ciudad de  
Puerto Vallarta, Jal., SEDUE, 1984

TABLA 3.12.

ANALISIS ESTADISTICO DE LA GENERACION DE DESECHOS  
SOLIDOS DOMESTICOS EN PUERTO VALLARTA, JAL.

ESTRATO	DE DATOS	MEDIA ARITMETICA x	DESVIACION ESTANDAR S	INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIA POBLACIONAL TOMANDO UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 90%	
		DATOS AGRUPADOS  (Kg/hab-dfa)	  (Kg/hab-dfa)	INFERIOR	SUPERIOR
BAJO	98	0.581	0.1129	0.5622	0.5998
MEDIO	97	0.658	0.1441	0.6339	0.6821
ALTO	99	0.818	0.1824	0.7878	0.8482

REF: Proyecto Ejecutivo de Relleno Sanitario de la Ciudad de  
Puerto Vallarta, Jal., SEDUE, 1984

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{n} \quad s = \frac{\sum f(x-\bar{x})^2}{n}^{1/2}$$

TABLA 3.13.

CLASIFICACION DE SUBPRODUCTOS ENCONTRADOS EN LOS DESECHOS SOLIDOS DOMESTICOS  
DE PUERTO VALLARTA, JAL.

NO.	MATERIAL	ESTRAYO ALTO		ESTRAYO MEDIO		ESTRAYO BAJO		TOTAL		PROMEDIO	
		(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	Σ	(Kg)	Σ	(Kg)
1	CARTON	4.30	2.20	6.02	3.60	2.50	1.70	12.82	7.50	4.27	2.50
2	COMESTIBLES COCIDOS	10.70	5.40	8.26	4.40	9.90	6.70	26.86	16.50	9.62	5.50
3	CARNICOS CRUDOS	4.00	2.00	2.30	1.40	5.80	3.80	12.10	7.20	4.03	2.40
4	CUERO Y SIMILARES	0.22	0.11	1.40	0.80	0.60	0.40	2.22	1.31	0.74	0.44
5	ENVASES TETRAPACK	5.60	3.00	4.80	2.90	5.90	3.90	16.30	9.80	5.43	3.27
6	FRUTAS Y LEGUMBRES	14.80	7.20	13.60	8.10	10.70	7.17	38.38	22.47	12.79	7.49
7	JARDINERIA	5.20	3.02	9.40	4.30	2.50	1.70	17.10	9.02	5.70	3.01
8	METALES FERROSOS	1.70	0.80	3.60	2.20	2.60	1.90	7.90	4.90	2.63	1.63
9	MATERIAL DE CONSTRUCCION	8.70	4.70	9.80	5.70	12.20	8.50	30.70	18.90	10.23	6.30
10	MADERA	0.28	0.17	2.20	1.20	0.07	0.06	2.55	1.43	0.85	0.48
11	PLASTICOS RIGIDOS	5.80	3.08	3.70	2.20	4.20	2.80	13.70	0.08	4.57	2.69
12	PLASTICOS PELTICULA	7.80	3.85	6.80	4.10	5.40	3.60	20.00	11.55	6.67	3.85
13	PAPEL	9.30	4.80	6.00	2.90	6.70	4.50	22.00	12.20	7.33	4.07
14	PAJAL DESECHABLE	2.90	1.50	3.90	2.30	6.70	4.50	13.50	8.30	4.50	2.77
15	TRAJOS Y TEJIDOS	1.30	0.46	1.10	0.70	1.50	1.00	3.90	2.16	1.30	0.72
16	VIDRIO	7.50	3.90	13.00	7.80	13.20	8.60	33.60	20.30	11.20	6.77
17	OTROS NO CLASIFI- CADOS.	11.50	6.11	7.70	3.90	9.20	5.40	28.40	15.41	9.47	5.14
	TOTAL	99.80	51.94	99.80	59.12	99.80	66.80	302.86	177.03	101.03	99.03

REF: Proyecto Ejecutivo de Pelleno Sanitario de la Ciudad de Puerto Vallarta, Jal., SEDUE, 1984

TABLA 3.14.

CLASIFICACION DE LA GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS  
EN PUERTO VALLARTA, JAL.

FUENTE	DATOS BASE (1)		GENERACION PROMEDIO			
	GENERACION PER CAPITA (Kg/Hab/dfa)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/M3)	DIARIA		ANUAL	
			Kg.	M3.	TON.	MILES M <sup>3</sup>
DOMICILIARIA (1)	0.686	271.03	67,364	284.5	25,588.0	90.72
HOTELERA	1.024	210.60	18,595	88.3	6,787.2	32.22
PESTaurantes (2)		190.00	1,860	9.8	678.9	3.60
MERCADOS		240.00	1,680	7.0	613.2	2.60
TOTAL			89,499	353.6	32,667.1	129.14

REF: Proyecto Ejecutivo de Relleno Sanitario de la Ciudad de Puerto Vallarta, Jal., SEDUE, 1984.

(1) Fecha base: diciembre, 1984

(2) Equivalente al 10% de la Hotelera.

TABLA 3.15.

### 3.4 Huatulco, Oax.

Aplicando los métodos y procedimientos que se han comentado, fue posible predecir la generación de residuos sólidos para el Desarrollo Turístico Bahías de Huatulco, Oax., que comienza a surgir y que en poco tiempo estará a la altura de los existentes.

Por tal motivo ya se está encarando el problema de producción de basura, con el propósito de evitar, muy a tiempo la degradación del medio ambiente con la proliferación de tiraderos clandestinos y la invasión de áreas que pueden ser destinadas al equipamiento turístico.

Los resultados de predicción de residuos sólidos mencionados se presentan en las tablas que se enumeran de la 3.16 a la 3.33.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN CHAHUE\*

AÑO	NUMERO DE CUAPTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 Y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (Kg/Día)	
		CUARTOS	GENERACION.		CUARTOS	GENERACION	TOTAL	CUAPTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.		TOTAL
1985																	
1986																	
1987																	
1988	150	-	2.390		84	3.640	305.8	40	2.640	105.6	14	2.140	30.0	121	1.500	18.0	459.4
1989	150	-			84		305.8	40		105.6	14		30.0	12		18.0	459.4
1990	150	-			84		305.8	40		105.6	14		30.0	12		18.0	459.4
1991	250	-			140		509.6	67		176.9	23		42.9	20		30.0	759.4
1992	400	-			224		815.4	108		285.1	36		77.0	32		48.0	1,225.5
1993	600	-			336		1,223.0	162		427.7	54		115.6	48		72.0	1,838.3
1994	850	-			476		1,723.6	229		604.6	77		164.8	68		102.0	2,595.0
1995	1,100	-			616		2,242.2	297		784.1	99		211.9	88		132.0	3,370.2
1996	1,100	-			616		2,242.2	297		784.1	99		211.9	88		132.0	3,370.2
1997	1,100	-			616		2,242.2	297		784.1	99		211.9	88		132.0	3,370.2
1998	1,100	-			616		2,242.2	297		784.1	99		211.9	88		132.0	3,370.2
1999	1,100	-			616		2,242.2	297		784.1	99		211.9	88		132.0	3,370.2
2000	2,500	-			1,400		5,096.0	675		1,782.0	225		481.5	200		300.0	7,659.5

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA CANCUN Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.16.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN  
TANGOLUNDA \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 Y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA			SUMA (kg/día)
		CUARTOS	GENERA-CION.		CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	
1985																	
1986	150	-	2.390		84	3.640	305.8	40	2.640	105.6	14	2.140	30.0	12	1.500	18.0	459.4
1987	150	-			84		305.8	40		105.6	14		30.0	12		18.0	459.4
1988	150	-			84		305.8	40		105.6	14		30.0	12		18.0	459.4
1989	150	-			84		305.8	40		105.6	14		30.0	12		18.0	459.4
1990	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	765.7
1991	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1992	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1993	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1994	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1995	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1996	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1997	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1998	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
1999	250	-			140		509.6	67		176.9	23		49.2	20		30.0	767.7
2000	300	-			168		611.5	81		213.8	27		57.6	24		36.0	919.1

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA CANCUN Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA

TABLA 3.17.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN  
SANTA CRUZ \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 Y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (Kg/Dfa)	
		CUARTOS	GENERA-CION.		CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.		TOTAL
1985																	
1986	300	-	2.390		168	3.640	611.5	81	2.640	213.8	27	2.140	57.8	24	1.500	36.0	919.1
1987	300	-			168		611.5	81		213.8	27		57.8	24		36.0	919.1
1988	500	-			280		1,019.2	135		356.4	45		96.3	40		60.0	1,531.9
1989	600	-			336		1,223.0	162		427.7	54		115.6	48		72.0	1,838.3
1990	700	-			392		1,426.3	189		499.0	63		134.8	56		84.0	2,144.7
1991	900	-			504		1,834.6	243		641.5	81		173.3	72		108.0	2,757.4
1992	1,000	-			560		2,038.4	270		712.8	90		192.6	80		120.0	3,063.8
1993	1,050	-			588		2,140.3	283		747.1	95		203.3	84		126.0	3,090.7
1994	1,100	-			616		2,242.2	297		784.1	99		211.9	88		132.0	3,370.2
1995	1,150	-			644		2,344.2	310		818.4	104		222.6	92		138.0	3,523.2
1996	1,150	-			644		2,344.2	310		818.4	104		222.6	92		138.0	3,523.2
1997	1,150	-			644		2,344.2	310		818.4	104		222.6	92		138.0	3,523.2
1998	1,150	-			644		2,344.2	310		818.4	104		222.6	92		138.0	3,523.2
1999	1,150	-			644		2,344.2	310		818.4	104		222.6	92		138.0	3,523.2
2000	1,300	-			728		2,649.3	351		942.5	117		250.4	104		156.0	3,998.8

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA CANCUN Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.18.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN

ARENAL - SAN AGUSTIN \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIO		VILLAS	5 ESTRELLAS			4 Y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (kg/Día)	
		CUARTOS	GENERA-CION	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.		TOTAL
1985																	
1986																	
1987	290	-	2,390		212	3,640	717.7	46	2,640	121.4	15	2,140	32.1	17	1,500	25.5	950.7
1988	500	-			365		1,328.6	80		211.1	25		53.5	30		45.0	1,638.3
1989	600	-			438		1,594.3	96		253.4	30		64.2	36		54.0	1,965.9
1990	700	-			511		1,860.0	112		295.7	35		74.9	42		63.0	2,293.6
1991	980	-			715		2,602.6	157		414.5	49		104.9	59		88.5	3,210.5
1992	1,310	-			956		3,479.8	210		554.4	66		141.2	79		118.5	4,293.9
1993	1,640	-			1,917		4,357.1	262		691.7	82		175.5	98		147.0	5,371.3
1994	1,920	-			1,402		5,103.3	307		810.5	96		205.4	115		172.5	6,291.7
1995	2,200	-			1,606		5,845.8	352		929.3	110		235.4	132		198.0	7,208.5
1996	2,200	-			1,606		5,845.8	352		929.3	110		235.4	132		198.0	7,208.5
1997	2,200	-			1,606		5,845.8	352		929.3	110		235.4	132		198.0	7,208.5
1998	2,200	-			1,606		5,845.8	352		929.3	110		235.4	132		198.0	7,208.5
1999	2,200	-			1,606		5,845.8	352		929.3	110		235.4	132		198.0	7,208.5
2000	3,700	-			2,701		9,831.6	592		1,562.9	185		395.9	222		333.0	12,123.4

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA IXTAPA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.19.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURA EN  
TANGOLUNDA \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (kg/Día)	
		CUARTOS	GENERA-CION.		CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION		TOTAL
1985																	
1986	150	-															
1987	150	-	2.390		109	3.640	396.8	24	2.640	63.4	8	2.140	17.1	9	1.500	13.5	490.8
1988	150	-			109		396.8	24		63.4	8		17.1	9		13.5	490.8
1989	150	-			109		396.8	24		63.4	8		17.1	9		13.5	490.8
1990	250	-			109		396.8	24		63.4	8		17.1	9		13.5	490.8
1991	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1992	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1993	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1994	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1995	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1996	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1997	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1998	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
1999	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5	818.4
2000	300	-			219		797.2	48		126.7	15		32.1	18		27.0	983.0

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA IXTAPA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.20.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN

CHAHUE \*

AÑO	CONDOMINIOS			VILLAS			5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA			SUMA (Kg/Dfa)	
	NUMERO DE CUARTOS	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.		TOTAL
1985																				
1986																				
1987																				
1988	150	-	2.390		109	3,460	396.8	24	2.640	63.4	8	2,140	17.1	9	1.500	13.5				490.8
1989	150	-			109		396.8	24		63.4	8		17.1	9		13.5				490.8
1990	150	-			109		396.8	24		63.4	8		17.1	9		13.5				490.8
1991	250	-			182		662.5	40		105.6	13		27.8	15		22.5				818.4
1992	400	-			292		1,062.9	64		169.0	20		42.8	24		36.0				1,310.7
1993	600	-			438		1,594.3	96		253.4	30		64.2	36		54.0				1,955.9
1994	850	-			620		2,256.8	136		359.0	43		92.0	51		76.5				2,784.3
1995	1,100	-			803		2,922.9	176		464.6	55		117.7	66		99.0				3,604.2
1996	1,100	-			803		2,922.9	176		464.6	55		117.7	66		99.0				3,604.2
1997	1,100	-			803		2,922.9	176		464.6	55		117.7	66		99.0				3,604.2
1998	1,100	-			803		2,922.9	176		464.5	55		117.7	66		99.0				3,604.2
1999	1,100	-			803		2,922.9	176		464.5	55		117.7	66		99.0				3,604.2
2000	2,500	-			1,825		6,643.0	400		1,056.0	125		267.5	150		225.0				8,191.5

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA IXTAPA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO YALLARTA.

TABLA 3.21.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN

SANTA CRUZ \*\*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (Kg/Dfa)	
		CUARTOS	GENERACION.		CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.	TOTAL	CUARTOS	GENERACION.		TOTAL
1985																	
1986	300	-	2,390		219	3,640	797.2	48	2,640	126.7	15	2,140	32.1	18	1,500	27.0	983.0
1987	300	-			219		797.2	48		126.7	15		32.1	18		27.0	983.0
1988	500	-			365		1,328.6	80		211.2	25		53.5	30		45.0	1,638.3
1989	600	-			438		1,594.3	96		253.4	30		64.2	36		54.0	1,965.9
1990	700	-			511		1,860.0	112		295.7	35		74.9	42		63.0	2,293.6
1991	900	-			657		2,292.5	144		380.2	45		96.3	54		81.0	2,946.3
1992	1,000	-			730		2,657.2	160		422.4	50		107.0	60		90.0	3,276.6
1993	1,050	-			766		2,788.2	168		443.5	53		113.4	63		94.5	3,439.6
1994	1,100	-			903		2,922.9	176		464.6	55		117.7	66		99.0	3,604.2
1995	1,150	-			839		3,054.0	184		485.8	58		124.1	69		103.5	3,767.4
1996	1,150	-			839		3,054.0	184		485.8	58		124.1	69		103.5	3,767.4
1997	1,150	-			839		3,054.0	184		485.8	58		124.1	69		103.5	3,767.4
1998	1,150	-			839		3,054.0	184		485.8	58		124.1	69		103.5	3,767.4
1999	1,150	-			839		3,054.0	184		485.8	58		124.1	69		103.5	3,767.4
2000	1,300	-			949		3,454.4	208		549.1	65		139.1	78		117.0	4,259.6

\*\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA IXTAPA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO YALLARTA.

TABLA 3,22.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN  
ARENAL - SAN AGUSTIN \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (Kg/Día)	
		CUARTOS	GENERA CION.		CUARTOS	GENERA CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA CION.		TOTAL
1985																	
1986																	
1987	290	157	2,390	375.2	52	3,640	189.3	44	2,640	116.2	17	2,140	36.4	20	1,500	30	647.1
1988	500	270		645.3	90		327.6	75		198.0	30		64.2	35		52.5	1,287.6
1989	600	324		774.4	108		393.1	90		237.6	36		77.6	42		63.0	1,545.1
1990	700	378		903.4	126		458.6	105		277.2	42		89.9	49		73.5	1,802.6
1991	980	529		1,264.3	176		640.6	147		388.1	59		126.3	69		103.5	2,522.5
1992	1,310	707		1,689.7	235		855.4	197		520.1	79		169.1	92		138.0	3,372.3
1993	1,640	886		2,117.5	295		1,073.8	246		649.4	98		209.7	115		172.5	4,222.9
1994	1,920	1,037		2,478.4	346		1,259.4	288		760.3	115		246.1	134		201.0	4,945.2
1995	2,200	1,188		2,672.0	396		1,441.4	330		871.2	132		282.5	154		231.0	5,498.1
1996	2,200	1,188		2,672.0	396		1,441.4	330		871.2	132		282.5	154		231.0	5,498.1
1997	2,200	1,188		2,672.0	396		1,441.4	330		871.2	132		282.5	154		231.0	5,498.1
1998	2,200	1,188		2,672.0	396		1,441.4	330		871.2	132		282.5	154		231.0	5,498.1
1999	2,200	1,188		2,672.0	396		1,441.4	330		871.2	132		282.5	154		231.0	5,498.1
2000	3,700	1,988		4,775.2	666		2,424.2	555		1,465.2	222		475.1	259		388.5	9,528.2

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA PUERTO VALLARTA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.23.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN

TANGOLUNDA \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA		SUMA (Kg/Día)	
		CUARTOS	GENERA CION.		CUARTOS	GENERA CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA CION.		TOTAL
1985																	
1986	150	81	2.390	193.6	27	3.640	93.3	22	2.640	58.1	9	2.140	19.3	11	1.500	16.5	385.8
1987	150	81		193.6	27		93.3	22		58.1	9		19.3	11		16.5	385.8
1988	150	81		193.6	27		93.3	22		58.1	9		19.3	11		16.5	385.8
1989	150	81		193.6	27		93.3	22		58.1	9		19.3	11		16.5	385.8
1990	250	135		322.7	45		163.8	37		97.7	15		32.1	18		27.0	643.3
1991	250	135		322.7	45		163.8	37		97.7	15		32.1	18		27.0	643.3
1992	250	135		322.7	45		163.8	37		97.7	15		32.1	18		27.0	643.3
1993	250	135		322.7	45		163.8	37		97.7	15		32.1	18		27.0	643.3
1994	250	135		322.7	45		163.8	37		97.7	15		32.1	18		27.0	643.3
1995	250	135		322.7	45		163.8	37		97.6	15		32.1	18		27.0	643.3
1996	250	135		322.7	45		163.8	37		97.6	15		32.1	18		27.0	643.3
1997	250	135		322.7	45		163.8	37		97.6	15		32.1	18		27.0	643.3
1998	250	135		322.7	45		163.8	37		97.6	15		32.1	18		27.0	643.3
1999	250	135		322.7	45		163.8	37		97.6	15		32.1	18		27.0	643.3
2000	300	162		387.2	54		196.6	45		118.1	18		38.5	21		31.5	772.6

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA PUERTO VALLARTA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.24.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN  
CHAHUE \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA			SUMA (Kg/Día)	
		CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA-CION.		TOTAL
1985																	
1986																	
1987																	
1988	150	81	2.390	193.6	27	3.640	98.3	22	2.640	58.1	9	2.140	19.3	11	1.500	16.5	385.8
1989	150	81		193.6	27		98.3	22		58.1	9		19.3	11		16.5	385.8
1990	150	81		193.6	27		98.3	22		58.1	9		19.3	11		16.5	385.8
1991	250	135		322.7	45		163.8	37		97.7	15		32.1	18		27.0	643.3
1992	400	216		516.2	72		262.1	60		156.4	24		51.4	28		42.0	1,030.1
1993	600	324		774.4	108		393.1	90		237.6	36		77.0	42		63.0	1,545.1
1994	850	459		1,097.0	153		556.9	127		335.3	51		109.1	60		90.0	2,188.3
1995	1,100	594		1,419.7	198		720.7	165		435.6	66		141.2	77		115.5	2,832.7
1996	1,100	594		1,419.7	198		720.7	165		435.6	66		141.2	77		115.5	2,832.7
1997	1,100	594		1,419.7	198		720.7	165		435.6	66		141.2	77		115.5	2,832.7
1998	1,100	594		1,419.7	198		720.7	165		435.6	66		141.2	77		115.5	2,832.7
1999	1,100	594		1,419.7	198		720.7	165		435.6	66		141.2	77		115.5	2,832.7
2000	2,500	1,350		5,975.0	450		1,638.0	375		990.0	150		321	175		262.5	9,186.5

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIAS DE CUARTOS PARA PUERTO VALLARTA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.25.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN

SANTA CRUZ \*

AÑO	NUMERO DE CUARTOS	CONDOMINIOS		VILLAS TOTAL	5 ESTRELLAS			4 y 3 ESTRELLAS			2 ESTRELLAS			1 ESTRELLA			SUMA (Kg/Día)
		CUARTOS	GENERA- CION.		CUARTOS	GENERA- CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA- CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA- CION.	TOTAL	CUARTOS	GENERA- CION.	TOTAL	
1985																	
1986	300	162	2.390	387.2	54	3.640	196.6	45	2.640	118.8	18	2.140	38.5	21	1.500	31.5	772.6
1987	300	162		387.2	54		196.6	45		118.8	18		38.5	21		31.5	772.6
1988	500	270		645.3	90		327.6	75		198.0	30		64.2	35		52.5	1,287.6
1989	600	324		774.3	108		393.1	90		237.6	36		77.0	42		63.0	1,545.0
1990	700	378		903.4	126		458.6	105		277.2	42		89.9	49		73.5	1,802.6
1991	900	486		1,161.5	162		589.7	135		256.4	54		115.6	63		94.5	2,217.7
1992	1,000	540		1,209.6	180		655.2	150		296.0	60		128.4	70		105.0	2,394.2
1993	1,050	567		1,355.1	189		688.0	157		414.5	63		134.8	74		111.0	2,703.4
1994	1,100	594		1,419.7	198		720.7	165		435.6	66		141.2	77		115.5	2,832.7
1995	1,150	621		1,484.2	207		753.5	172		454.1	69		147.7	81		121.5	2,961.0
1996	1,150	621		1,484.2	207		753.5	172		454.1	69		147.7	81		121.5	2,961.0
1997	1,150	621		1,484.2	207		753.5	172		454.1	69		147.7	81		121.5	2,961.0
1998	1,150	621		1,484.2	207		753.5	172		454.1	69		147.7	81		121.5	2,961.0
1999	1,150	621		1,484.2	207		753.5	172		454.1	69		147.7	81		121.5	2,961.0
2000	1,300	702		1,677.8	234		851.8	195		514.8	78		166.9	91		136.5	3,347.8

\* SE UTILIZO LA DISTRIBUCION DE CATEGORIA DE CUARTOS PARA PUERTO VALLARTA Y LOS INDICES DE GENERACION PARA PUERTO VALLARTA.

TABLA 3.26.

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURA EN

SANTA MARIA

AÑO	POBLACION	GENERACION ESTIMADA (Kg/Hab/Dfa)	BASURA (Kg) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS		TOTAL (Kg/dfa)
				%	BASURA	
1985						
1986	4,309	0.500	2,154.5	0.40	861.5	3,016.3
1987	4,539	0.508	2,305.8		922.3	3,228.1
1988	4,781	0.515	2,462.2		984.9	3,447.1
1989	5,036	0.523	2,633.8		1,053.5	3,687.4
1990	5,305	0.531	2,817.0		1,126.8	2,943.7
1991	5,588	0.539	3,011.9		1,204.8	4,216.7
1992	5,896	0.547	3,255.1		1,290.0	4,515.7
1993	6,200	0.555	3,441.0		1,376.4	4,817.4
1994	6,531	0.563	3,677.0		1,470.8	5,147.7
1995	6,880	0.572	3,935.4		1,574.2	5,509.5
1996	7,247	0.580	4,203.3		1,661.3	5,884.6
1997	7,634	0.589	4,496.4		1,798.6	6,295.0
1998	8,041	0.598	4,808.5		1,923.4	6,731.9
1999	8,471	0.607	5,141.9		2,056.8	7,198.7
2000	8,923	0.616	5,496.6		2,198.6	7,695.2

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN  
COYULA

AÑO	POBLACION	GENERACION ESTIMADA KG/HAB/DIA	BASURA (KG) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS		TOTAL (KG/DIA)
				%	BASURA	
1985						
1986	700	0.700	490.0	30	147.0	637.0
1987	800	0.711	568.8	35	199.1	767.9
1988	1,000	0.721	721.0	40	288.4	1,009.4
1989	1,500	0.732	1,098.0	45	494.1	1,592.1
1990	2,000	0.743	1,486.0	50	743.0	2,229.0
1991	2,500	0.754	1,885.0	50	942.5	2,827.5
1992	3,000	0.765	2,295.0	50	1,147.5	3,442.5
1993	3,500	0.777	2,719.5	50	1,359.8	4,079.3
1994	4,000	0.789	3,156.0	50	1,578.0	4,734.0
1995	4,500	0.800	3,600.0	50	1,800.0	5,400.0
1996	5,361	0.812	4,353.1	50	2,176.6	6,529.7
1997	6,387	0.825	5,269.3	50	2,634.6	7,903.9
1998	7,609	0.837	6,368.7	50	3,184.4	9,553.1
1999	9,065	0.850	7,705.3	50	3,852.6	11,557.9
2000	10,800	0.862	9,309.6	50	4,654.8	13,964.4

TABLA 3.28

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN  
ARENAL

AÑO	POBLACION	GENERACIÓN ESTIMADA KG/HAB/DIA	BASURA (KG) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS		TOTAL (KG/DIA)
				%	BASURA	
1985						
1986	1,000	0.700	700.0	30	210.0	910.0
1987	1,700	0.711	1,208.7	35	423.0	1,631.7
1988	5,000	0.721	3,605.0	40	1,442.0	5,047.0
1989	5,500	0.732	4,026.0	45	1,811.7	5,837.7
1990	6,300	0.743	4,680.9	50	2,340.5	7,021.4
1991	8,500	0.754	6,409.0	50	3,204.5	9,613.5
1992	9,200	0.765	7,038.0	50	3,519.0	10,557.0
1993	12,800	0.777	9,945.6	50	4,792.8	14,918.4
1994	16,900	0.789	13,334.1	50	6,667.1	20,001.2
1995	17,000	0.800	13,600.0	50	6,800.0	20,400.0
1996	19,967	0.812	16,213.2	50	8,106.6	24,319.8
1997	23,452	0.825	19,347.9	50	9,674.0	29,021.9
1998	27,545	0.837	23,055.2	50	11,527.6	34,582.8
1999	32,353	0.850	27,500.1	50	13,750.0	41,250.2
2000	38,000	0.862	37,756.0	50	16,378.0	54,134.0

TABLA 3.29.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN  
CACALUTA

AÑO	POBLACION	GENERACION ESTIMADA KG/HAB/DIA	BASURA (KG) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS		TOTAL (KG/DIA)
				%	BASURA	
1985						
1986	360	0.700	252.0	30	75.6	327.6
1987	400	0.711	284.4	35	99.5	383.9
1988	1,000	0.721	721.0	40	288.4	1,009.4
1989	1,000	0.732	805.2	45	362.3	1,167.5
1990	1,400	0.743	1,040.2	50	520.1	1,560.3
1991	1,800	0.754	1,357.2	50	678.6	2,035.8
1992	2,000	0.765	1,530.0	50	765.0	2,295.0
1993	2,700	0.777	2,097.9	50	1,049.0	3,146.9
1994	3,400	0.789	2,682.6	50	1,341.3	4,023.9
1995	3,500	0.800	2,800.0	50	1,400.0	4,200.0
1996	4,108	0.812	31,335.7	50	1,667.9	5,003.6
1997	4,823	0.825	3,979.0	50	1,989.5	5,968.5
1998	5,661	0.837	4,738.3	50	2,369.1	7,107.5
1999	6,645	0.850	5,648.3	50	2,824.1	8,472.5
2000	7,800	0.862	6,723.6	50	3,361.8	10,085.4

TABLA 3.30.

FORMULARIO DE REGISTRO DE DATOS  
 SALUD PÚBLICA  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 79

PREDICCIÓN DE GENERACION DE BASURAS EN

TANGOLUNDA

AÑO	POBLACION	GENERACION ESTIMADA KG/HAB/DIA	BASURA (KG) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS		TOTAL (KG/DIA)
				%	BASURA	
1985						
1986						
1987						
1988						
1989						
1990						
1991						
1992						
1993						
1994	1,000	0.700	700.0	30	210.0	910.0
1995	1,500	0.711	1,066.5	35	373.3	1,439.8
1996	2,234	0.721	1,610.7	40	644.3	2,255.0
1997	3,328	0.732	2,436.1	45	1,096.2	3,532.3
1998	4,958	0.743	3,683.8	50	1,841.9	5,525.7
1999	7,385	0.754	5,568.3	50	2,784.2	8,352.5
2000	11,000	0.765	8,415.0	50	4,207.5	12,622.5

TABLA 3.31.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN  
CHAHUE

AÑO	POBLACION	GENERACION ESTIMADA KG/HAB/DIA	BASURA (KG) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS		TOTAL (KG/DIA)
				%	BASURA	
1985						
1986	600	0.700	420.0	30	126.0	546.0
1987	1,200	0.711	853.2	35	298.6	1,151.8
1988	3,000	0.721	2,163.0	40	865.2	3,028.2
1989	3,500	0.732	2,562.0	45	1,152.9	3,714.9
1990	4,300	0.743	3,194.9	50	1,597.5	4,792.4
1991	6,500	0.754	4,901.0	50	2,450.5	7,351.5
1992	7,700	0.765	5,890.5	50	2,945.3	8,835.8
1993	11,500	0.777	8,935.5	50	4,467.8	13,403.3
1994	15,000	0.789	11,835.0	50	5,917.5	17,752.5
1995	15,400	0.800	12,320.0	50	6,160.0	18,480.0
1996	17,405	0.812	14,132.9	50	7,066.4	21,199.4
1997	19,672	0.825	16,229.4	50	8,114.7	24,344.1
1998	22,233	0.887	18,609.0	50	9,304.5	27,913.5
1999	25,128	0.850	21,358.8	50	10,679.4	32,038.2
2000	28,400	0.862	24,480.8	50	12,240.4	36,721.2

TABLA 3.32.

PREDICCIÓN DE GENERACIÓN DE BASURAS EN  
SANTA CRUZ

ARO	POBLACION	GENERACION ESTIMADA KG/HAB/DIA	BASURA (KG) DOMICILIARIA	MERCADOS Y OTROS BASURA		TOTAL (KG/DIA)
1985						
1986	1,000	0.700	700.0	30	210.0	910.0
1987	1,200	0.711	853.2	35	298.6	1,151.8
1988	3,000	0.721	2,163.0	40	865.2	3,028.2
1989	3,400	0.732	2,488.8	45	1,120.0	3,608.8
1990	4,000	0.743	2,972.0	50	1,486.0	4,458.0
1991	4,500	0.754	3,393.0	50	1,696.5	5,089.5
1992	4,700	0.765	3,595.5	50	1,797.8	5,393.3
1993	4,900	0.777	3,807.3	50	1,903.7	5,711.0
1994	5,000	0.789	3,945.0	50	1,972.5	5,917.5
1995	5,100	0.800	4,080.0	50	2,040.0	6,120.0
1996	5,159	0.812	4,189.1	50	2,094.6	6,283.7
1997	5,218	0.825	4,304.9	50	2,152.4	6,457.4
1998	5,278	0.837	4,417.7	50	2,200.8	6,626.6
1999	5,339	0.850	4,538.2	50	2,269.1	6,807.3
2000	5,400	0.862	4,654.8	50	2,327.4	6,982.2

TABLA 3.33.

Los resultados que han aportado los estudios de residuos sólidos que se han realizado en diferentes centros turísticos, se resumen en la siguiente tabla :

CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACIÓN DE DESECHOS  
SÓLIDOS EN DIVERSOS CENTROS TURÍSTICOS

TABLA 3.34.

C O N C E P T O	PTO.VALLARTA, JAL.	CANCUN, Q. ROO	IXTAPA, GRO.	HUATULCO, OAX.
<b>POBLACION CIVIL</b>				
a) Habitantes	100,000	90,000	23,000	110,000 <sup>(1)</sup>
b) Índice de Generación	0.682	0.679	-.-	0.70 - 0.86
<b>MERCADO Y OTROS</b>				
a) Índice de generación (kg/Hab/Día)	0.102	0.292	-.-	0.21 - 0.43
b) Porcentaje (%)	15	43	-.-	30 - 50
<b>TOTAL (KG/HAB/DIA)</b>	<b>0.784</b>	<b>0.971</b>	<b>1.16</b>	<b>0.91 - 1.29</b>
<b>HOTELES</b>				
	(%) (CUARTOS)	(%) (CUARTOS)	(%) (CUARTOS)	(%) (CUARTOS)
a) 5 estrellas	18 1,144	56 2,945	73 2,832	
b) 4 estrellas	18 1,165	20 1,052	9 336	
c) 3 estrellas	15 950	7 366	6 243	
d) 2 estrellas	6 402	9 473	5.5 218	
e) 1 estrella	7 444	8 420	-.-	
f) Otros	36 2,320	-.-	6.5 250	
<b>T O T A L</b>	<b>100 6,425</b>	<b>100 5,258</b>	<b>100 3,879</b>	<b>100 7,800<sup>1</sup></b>
	PTO.VALLARTA, JAL.	CANCUN, Q. ROO	IXTAPA, GRO.	HUATULCO, OAX.
Índice de Generación por cuarto ocupado (3) (Kg/Cto/Día)	3.18	4.03	5.93	4.5
Ocupación promedio anual (%)	70.0 <sup>(4)</sup>	60.0 <sup>(4)</sup>	54.4	59.0 <sup>(4)</sup>
Índice de generación equivalente anual por cuarto disponible (kg/Cto/Día)	2.23	2.42	3.23	2.65
(1) AÑO 2000	(2) AÑO 1982	(3) DURANTE PERIODO DE MUESTREO	(4) SUPUESTO	

#### 4. OBTENCION DE PARAMETROS DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CENTROS TURÍSTICOS.

Como se menciona a principio, uno de los problemas más relevantes en un centro turístico, es la presencia de grandes volúmenes de residuos sólidos, por lo tanto para encarar esta situación es necesario conocer algunos valores que nos permitan en cualquier instancia estimar esos volúmenes y sus densidades.

Con la información de generación per capita y de densidad obtenida para residuos sólidos generados en centros turísticos a continuación se efectuará un análisis estadístico que nos permita determinar los parámetros siguientes:

##### 4.1 Parámetros de generación de residuos sólidos.

###### a) Generación domiciliaria

Datos:

0.508	0.556	0.572	0.619	0.660	0.669	0.675
0.679	0.682	0.691	0.693	0.701	0.732	0.779
0.779	0.779	0.779	0.779	0.780		

Rango:

$$R = 0.780 - 0.508 = 0.272$$

Ajuste del rango :

$$R = 0.781 - 0.507 = 0.274$$

Tamaño de los intervalos reales :

$$T = \frac{R}{n}$$

Donde :

T = Tamaño de intervalos

R = Rango

n = Número de intervalos

$$T = \frac{0.274}{10} = 0.0274$$

## Medidas de tendencia central

INTERVALOS REALES	MARCAS DE CLASE (x)	FRECUENCIA (f)	fx
0.507 -0.534	0.521	1	0.521
0.534 -0.562	0.548	1	0.548
0.562 -0.589	0.576	1	0.576
0.589 -0.617	0.603	0	0.000
0.617 -0.644	0.631	1	0.631
0.644 -0.671	0.658	2	1.316
* 0.671 -0.699	0.689	5	3.445
0.699 -0.726	0.713	1	0.713
0.726 -0.754	0.740	1	0.740
0.754 -0.781	0.768	6	4.608
		19	13.098

\* Intervalo que contiene la media .

Media:

$$\bar{X} = \frac{fx}{f}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Media

f = Frecuencia

X = Marca de clase

Sustituyendo valores

$$\bar{X} = \frac{13.098}{19} = 0.689$$

$$\bar{X} = 0.689 \text{ kg/hab/día.}$$

$$\text{Mediana:} \\ \text{Mediana ; } L_1 + \left[ \frac{\frac{N}{2} - (\sum f)_1}{f_m} \right] C$$

Donde:

$L_1$  = Límite real inferior de la clase mediana, es decir, la clase que contiene la mediana.

$N$  = Número total de datos ( frecuencia total )

= Suma de las frecuencias de todas las clases por debajo de la clase mediana.

$f_m$  = Frecuencia de la clase mediana.

$C$  = Tamaño del intervalo de la clase mediana

Sustituyendo valores :

$$\text{Mediana} = 0.671 + \left[ \frac{\frac{19}{2} - 6}{5} \right] 0.027 = 0.690$$

Mediana = 0.690 kg/Hab/Día

$$\text{Moda :} \\ \text{Moda : } L_1 + \left[ \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2} \right] C$$

$L_1$  = Límite real inferior de clase de la clase modal, es decir, la clase que contiene la moda.

$\Delta_1$  = Exceso de la frecuencia modal sobre la frecuencia de la clase que contiene la moda.

$\Delta_2$  = Exceso de la frecuencia modal sobre la frecuencia de la clase contigua superior.

$C$  = Tamaño del intervalo de la clase modal.

Sustituyendo :

$$\text{Moda} = 0.671 + \left( \frac{3}{3 + 4} \right) 0.027 = 0.683$$

Moda = 0.683 Kg/Hab/Dfa

Medidas de dispersión

X	f	f x	X <sup>2</sup>	f x <sup>2</sup>
0.521	1	0.521	0.271	0.271
0.548	1	0.548	0.300	0.300
0.576	1	0.576	0.332	0.332
0.603	0	0.000	0.364	0.364
0.631	1	0.631	0.398	0.398
0.658	2	1.316	0.433	0.866
0.689	5	3.445	0.475	2.374
0.713	1	0.713	0.508	0.508
0.740	1	0.740	0.548	0.548
0.768	6	4.608	0.590	3.539
		13.098		9.500

$$\text{Varianza: } \left[ \sum_{i=1}^N f x^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^N f x \right)^2}{N} \right]$$

Sustituyendo los valores

$$S^2 = \frac{1}{19} \left[ 9.500 - \frac{(13.098)^2}{19} \right] = 0.025$$

$$S^2 = 0.025 \text{ kg/Hab/Dfa.}$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{0.025} = 0.157$$

$$S = 0.157 \text{ kg/hab/dfa}$$

Coefficiente de variabilidad.

$$C.V. = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$C.V. = \frac{0.157}{0.689} = 0.228$$

$$C.V. = 22.80\%$$

HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIA DE LA GENERACION  
DE BASURA DOMICILIARIA

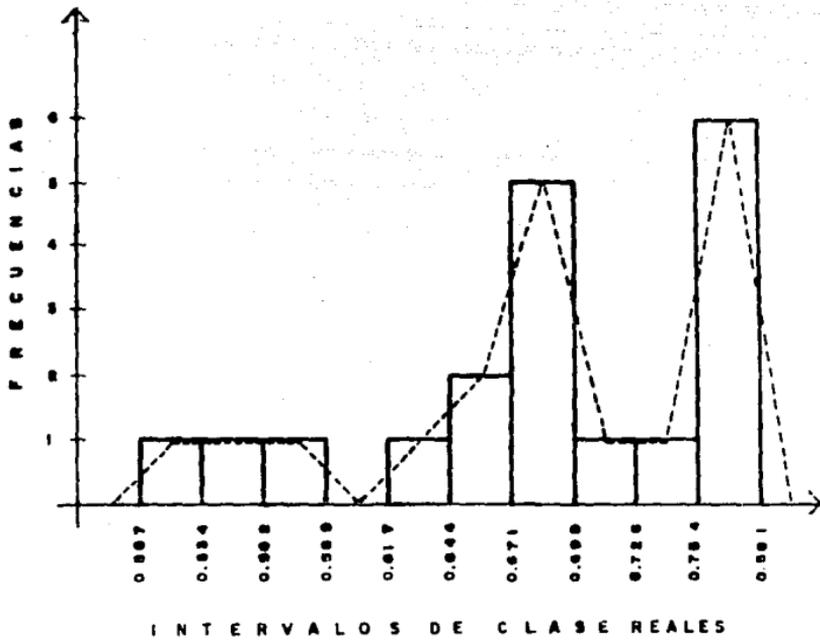


FIG.4.1

## b) Generación en hoteles de tres o mas estrellas.

Datos:

2.546	2.620	2.640	2.650	2.843	3.029	3.474
3.640	3.640	3.723	3.750	3.786	3.885	3.901
3.960	3.992	4.019	4.045	4.158	4.265	4.375
4.507	4.513	4.678				

Rango:

$$R = 4.678 - 2.546 = 2.132$$

Ajuste del rango :

$$R = 4.680 - 2.544 = 2.136$$

Tamaño de los intervalos reales :

$$T = \frac{2.136}{10} = 0.214$$

Medidas de tendencia central.

INTERVALOS REALES	MARCAS DE CLASE (X)	FRECUENCIA (f)	f X
2.544 - 2.758	2.651	4	10.604
2.758 - 2.972	2.865	1	2.865
2.972 - 3.186	3.079	1	3.079
3.186 - 3.399	3.293	0	0.000
3.399 - 3.613	3.506	1	3.506
* 3.613 - 3.826	3.720	5	18.600
3.826 - 4.040	3.933	5	19.665
4.040 - 4.253	4.147	2	8.294
4.253 - 4.466	4.360	2	8.720
4.466 - 4.680	4.573	3	13.719
		24	89.052

\* intervalo que contiene la media.

Media:

$$\bar{X} = \frac{89.052}{24} = 3.711$$

$$\bar{X} = 3.711 \text{ kg/cto./dfa}$$

Media :

$$\text{Mediana} = 3.613 + \left( \frac{\frac{24}{2} - 7}{5} \right) 0.214$$

$$\text{Mediana} = 3.827 \text{ kg/cto./dfa}$$

Moda:

$$\text{Moda} = 3.613 + \left( \frac{4}{4 + 0} \right) 0.214$$

$$\text{Moda} = 3.827 \text{ kg/cto./dfa}$$

## Medidas de dispersión.

X	f	f X	X <sup>2</sup>	f X <sup>2</sup>
2.651	4	10.604	7.028	28.111
2.865	1	2.865	8.208	8.208
3.079	1	3.079	9.480	29.190
3.293	0	0.000	10.844	0.000
3.506	1	3.506	12.292	12.293
3.720	5	18.600	13.838	69.192
3.933	5	19.665	15.468	78.342
4.147	2	8.294	17.198	34.395
4.360	2	8.720	19.010	38.019
4.573	3	13.719	20.912	62.737
		89.052		360.487

Varianza :

$$s^2 = \frac{1}{24} \left[ 360.487 - \frac{(89.052)^2}{24} \right] = 1.252$$

$$s^2 = 1.252 \text{ kg/cto./dfa.}$$

Desviación estandar:

$$s = \sqrt{1.252} = 1.119 \text{ kg/cto./dfa.}$$

HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIA DE LA GENERACION  
DE BASURA EN HOTELES DE TRES O MAS ESTRELLAS

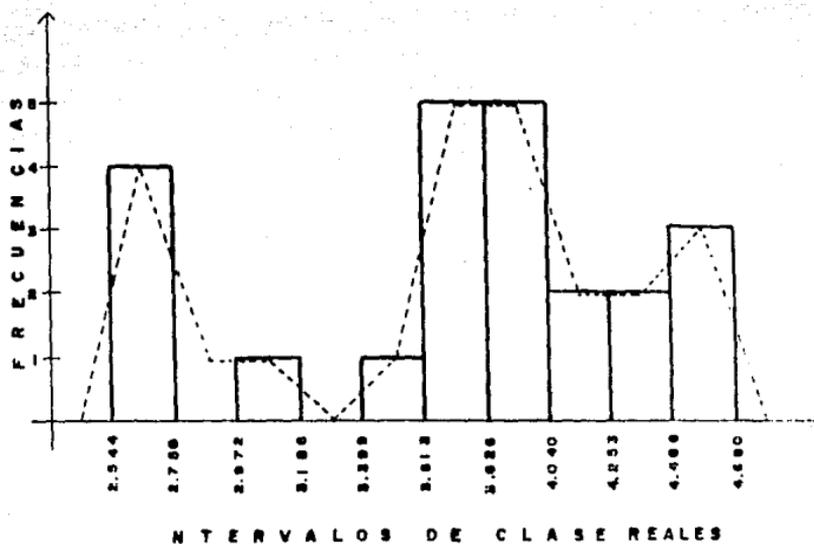


FIG. 4.2

## c) Generación en hoteles de dos o menos estrellas

Datos:

0.563	0.603	0.644	0.684	0.724	0.727
0.734	0.808	0.889	1.050	1.091	1.212
1.500	1.500	1.520	2.139	2.140	2.140

Rango:

$$R = 2.140 - 0.563 = 1.577$$

Ajuste del rango:

$$R = 2.141 - 0.562$$

Tamaño de los intervalos reales.

$$T = \frac{1.579}{10} = 0.157$$

Medidas de tendencia central.

INTERVALOS REALES	MARCAS DE CLASE (x)	FRECUENCIA (f)	(f x)
0.562 - 0.720	0.641		2.564
0.720 - 0.878	0.799	4	3.196
0.878 - 1.036	0.957	1	0.957
1.036 - 1.194	1.115	2	2.230
1.194 - 1.352	1.273	1	1.273
1.352 - 1.509	1.431	2	2.861
1.509 - 1.667	1.588	1	1.588
1.667 - 1.825	1.904	0	0.000
1.825 - 1.983	1.904	0	0.000
1.983 - 2.141	2.062	3	6.186
		18	20.855

\* Intervalo que contiene la media.

Media :

$$\bar{x} = \frac{20.855}{18} = 1.159$$

$$\bar{x} = 1.159 \text{ kg/cto./dfa}$$

Mediana :

$$\text{Mediana} = 1.036 + \left( \frac{\frac{18}{2} - 9}{2} \right) = 0.158 = 1.036$$

$$\text{Mediana} = 1.036 \text{ kg/cto./dfa.}$$

Moda:

$$\text{Moda} = 1.036 + \left( \frac{1}{1+1} \right) 0.158 = 1.115$$

$$\text{Moda} = 1.115 \text{ kg/cto./dfa.}$$

## Medidas de dispersión.

X	f	fX	X <sup>2</sup>	f X <sup>2</sup>
0.641	4	2.564	0.411	1.644
0.799	4	3.196	0.638	2.554
0.957	1	0.957	0.916	0.916
1.115	2	2.230	1.243	2.486
1.273	1	1.273	1.621	1.621
1.431	2	2.861	1.063	2.126
1.588	1	1.588	2.522	2.522
1.904	0	0.000	3.625	0.000
1.904	0	0.000	3.625	0.000
2.062	3	6.186	4.252	12.756
		20.855		26.625

Varianza :

$$s^2 = \frac{1}{18} \left( 26.625 - \frac{(20.855)^2}{18} \right) = 0.137$$

$$s^2 = 0.137 \text{ kg/cto./dfa}$$

Desviación estandar :

$$s = \sqrt{0.137} = 0.370$$

$$s = 0.370 \text{ kg/cto./dfa}$$

HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIA DE LA GENERACION DE  
BASURA EN HOTELES DE DOS O MENOS ESTRELLAS

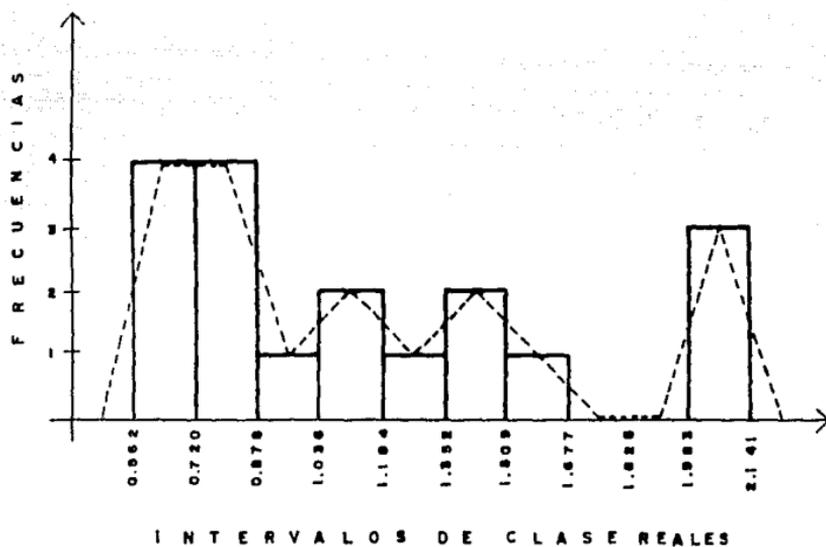


FIG. 4.3

d) Generación en restaurantes de primera categoría:

Datos:

0.930	0.948	0.951	0.965	0.965
0.974	0.980	0.982	0.987	0.988
1.026	1.042	1.046	1.113	1.119

Rango:

$$R = 1.119 - 0.930 = 0.189$$

Ajuste del rango.

$$R = 1.120 - 0.928 = 0.192$$

Tamaño de los intervalos reales :

$$T = \frac{0.192}{10} = 0.0192$$

Medidas de tendencia central.

INTERVALOS REALES	MARCAS DE CLASE (x)	FRECUENCIA (f)	f x
0.928 - 0.947	0.938	1	0.938
0.947 - 0.966	0.957	4	3.826
0.966 - 0.985	0.976	3	2.921
0.985 - 1.005	0.995	2	1.990
1.005 - 1.024	1.015	0	0.000
1.024 - 1.043	1.034	2	2.067
1.043 - 1.062	1.053	1	1.053
1.062 - 1.081	1.072	0	0.000
1.081 - 1.101	1.091	0	0.000
1.101 - 1.120	1.111	2	2.222
		15	15.017

\* Intervalo que contiene la media.

Media :

$$\bar{x} = \frac{15,017}{5}$$

$$\bar{x} = 1.001 \text{ kg/comensal/dfa}$$

Mediana :

$$= 0.985 + \left( \frac{\frac{15}{2} - 8}{2} \right) 0.019 = 0.980$$

$$\text{Mediana} = 0.980 \text{ kg/comensal/dfa}$$

Moda:

$$= 0.985 + \left( \frac{1}{1+2} \right) 0.019 = 0.991$$

$$= 0.991 \text{ kg/comensal/dfa}$$

## Medidas de dispersión.

X	f	fx	X <sup>2</sup>	f x <sup>2</sup>
0.938	1	0.938	0.880	0.880
0.957	4	3.828	0.916	3.663
0.976	3	2.921	0.953	2.858
0.995	2	1.990	0.990	1.980
1.015	0	0.000	1.030	0.000
1.034	2	2.067	1.069	2.138
1.053	1	1.053	1.109	1.109
1.072	0	0.000	1.149	0.000
1.091	0	0.000	1.190	0.000
1.111	2	2.222	1.234	2.469
		15.017	15.097	

Varianza :

$$S^2 = \frac{1}{15} \left[ 15.097 - \frac{(15.017)^2}{15} \right] = 0.004$$

$$S^2 = 0.004 \text{ kg/comensal/dfa.}$$

Desviación estandar :

$$S = \sqrt{0.004} = 0.065$$

$$S = 0.065 \text{ kg/comensal/dfa}$$

HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIA DE LA GENERACION DE BASURA EN RESTAURANTES DE PRIMERA CATEGORIA

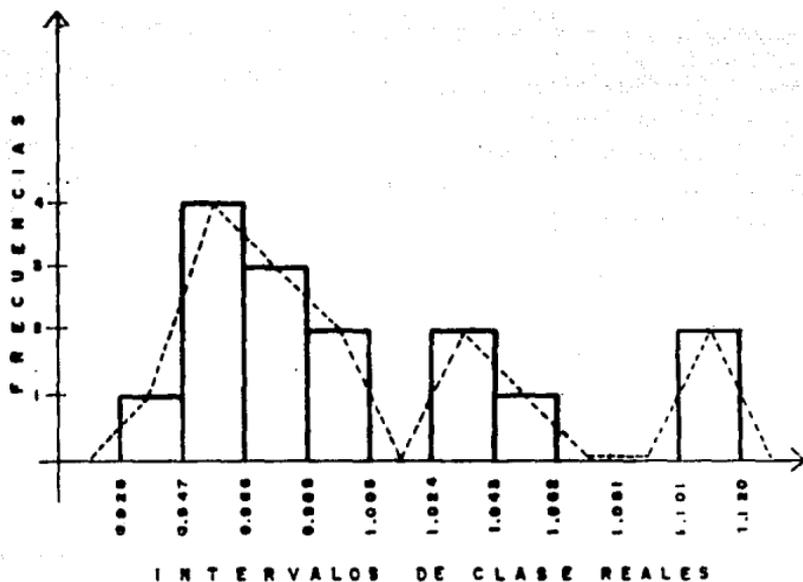


FIG. 4.4

e) Generación en restaurantes de clase popular.

Datos :

0.672	0.708	0.718	0.740	0.745
0.750	0.780	0.800	0.800	0.800
0.811	0.813	0.833	0.934	1.119

Rango:

$$R = 1.119 - 0.672 = 0.447$$

Ajuste del rango :

$$R = 1.121 - 0.671 = 0.450$$

Tamaño de los intervalos reales :

$$T = \frac{0.450}{10} = 0.045$$

Medidas de tendencia central.

INTERVALOS REALES	MARCAS DE CLASE (x)	FRECUENCIA (f)	PRODUCTO (fx)
0.671 - 0.716	0.694	2	1.388
0.716 - 0.761	0.739	4	2.956
0.761 - 0.806	0.784	4	3.136
0.806 - 0.851	0.829	3	2.487
0.851 - 0.896	0.874	0	0.000
0.896 - 0.941	0.919	1	0.919
0.941 - 0.986	0.964	0	0.000
0.986 - 1.031	1.009	0	0.000
1.031 - 1.076	1.054	0	0.000
1.096 - 1.121	1.109	1	1.109
		15	11.995

\* Intervalo que contiene las medidas de tendencia central.

Media:

$$\bar{x} = \frac{11.995}{15} = 0.800$$

$$\bar{x} = 0.800 \text{ kg/comensal/dfa}$$

Mediana:

$$\begin{aligned} \text{Mediana} &= L_1 + \left[ \frac{\frac{N}{2} - (cf)_1}{f_m} \right] c \\ &= 0.761 + \left[ \frac{\frac{15}{2} - 6}{4} \right] 0.045 \end{aligned}$$

$$\text{Mediana} = 0.778 \text{ kg/comensal/dfa}$$

Moda:

$$\text{Media} = 0.761 + \left( \frac{0}{0 - 1} \right) 0.045 = 0.761$$

$$\text{Moda} = 0.761 \text{ kg/comensal/dfa}$$

## Medidas de dispersión.

MARCAS DE CLASE (X )	FRECUENCIA (f)	PRODUCTO (fx )	CUADRADO DE CLASE (x )	PRODUCTO (fx )
0.694	2	1.388	0.482	0.963
0.739	4	2.956	0.546	2.184
0.784	4	3.136	0.615	2.459
0.829	3	2.487	0.687	2.062
0.874	0	0.000	0.764	0.000
0.919	1	0.919	0.845	0.845
0.964	0	0.000	0.929	0.000
1.009	0	0.000	1.018	0.000
1.054	0	0.000	1.111	0.000
1.109	1	1.109	1.230	1.230
		11.995		9.743

Varianza:

$$s^2 = \frac{1}{15} \left( 0.743 - \frac{(11.995)^2}{15} \right) = 0.010$$

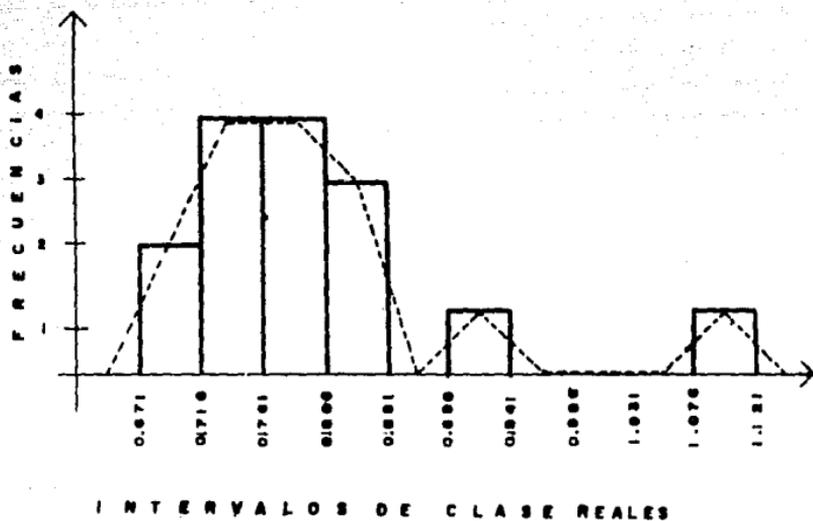
$$s^2 = 0.010 \text{ kg/comensal/dfa}$$

Desviación estandar :

$$s = \sqrt{0.010} = 0.100$$

$$s = 0.100 \text{ kg/comensal/Dfa}$$

**HISTOGRAMA Y POLINOMIO DE FRECUENCIA DE LA GENERACION DE BASURA EN RESTAURANTES DE CLASE POPULAR**



**FIG. 4.5**

## PARAMETROS DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

FUENTE DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL			MEDIDAS DE DISPERSION	
	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR
ZONA URBANA (kg/hab/dfa)	0.689	0.690	0.683	0.025	0.157
HOTELES DE TRES O MAS ESTRELLAS (kg/cto./dfa)	3.711	3.827	3.827	1.252	1.119
HOTELES DE DOS O MENOS ESTRELLAS (kg/cto./dfa)	1.159	1.036	1.115	0.137	0.370
RESTAURANTES DE PRIMERA CATEGORIA (kg/comensal/dfa)	1.001	0.980	0.991	0.004	0.065
RESTAURANTES DE SEGUNDA CATEGORIA (kg/comensal/dfa)	0.800	0.778	0.761	0.010	0.100

TABLA 4.1.

4:2 Parámetros de densidad de los residuos sólidos generados en un Desarrollo Turfstico.

a) Densidad de basura domiciliaria.

Datos.

0.140 0.199 0.199 0.199 0.199

0.207 0.222 0.292 0.362

Rango:  $0.362 - 0.140 = 0.222$

Ajuste del rango:  $0.363 - 0.139 = 0.224$

Tamaño de los intervalos reales.

$T = \frac{0.224}{5} = 0.045$

5

Intervalos Reales	Marcas de Clase (x)	Frecuencia (f)	f (X)
0.139 - 0.184	0.162	1	0.162
0.184 - 0.229	0.207	6	1.242
0.229 - 0.273	0.251	0	0
0.273 - 0.318	0.296	1	0.296
0.318 - 0.363	0.341	1	0.341
		9	2.041

\* Intervalo que contiene la media.

Medidas de tendencia central:

Media:

$$\bar{X} = \frac{2.041}{9} = 0.227$$

$$\bar{X} = 227 \text{ Kg/m}^3$$

Mediana:

$$\text{Mediana} = 0.184 + \left( \frac{9 - 1}{2} \right) 0.045 = 0.210$$

$$\text{Mediana} = 210 \text{ Kg/m}^3$$

Moda:

$$\text{Moda} = 0.184 + \left( \frac{5}{4 + 6} \right) 0.045 = 0.206$$

$$\text{Moda} = 206 \text{ Kg/m}^3.$$

Medidas de dispersión

$X_i$	$f$	$fX$	$X_i^2$	$fX^2$
0.162	1	0.162	0.026	0.026
0.207	6	1.242	0.043	0.258
0.151	0	0.000	0.023	0.000
0.296	1	0.296	0.087	0.087
0.341	1	0.341	0.116	0.116
	9	2.041		0.487

Varianza:

$$S^2 = \frac{1}{9} \left[ 1.487 - \frac{(2.041)^2}{9} \right] = 0.003$$

$$S^2 = 3 \text{ Kg/m}^3.$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{3} = 1.732$$

$$S = 1.732 \text{ Kg/m}^3.$$

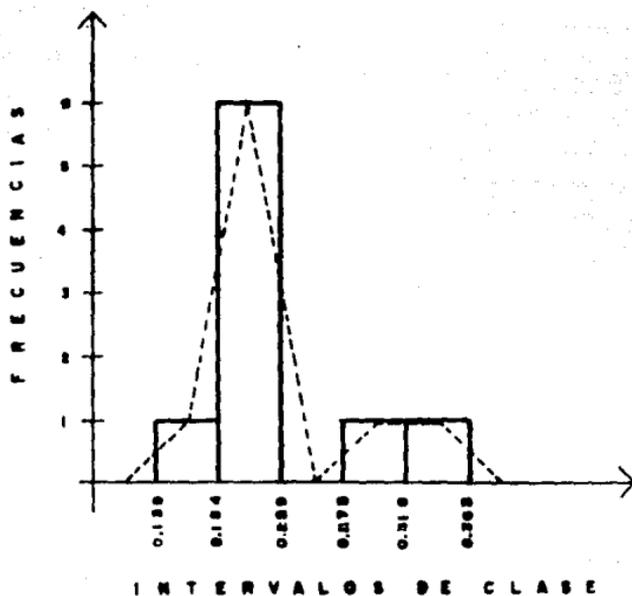
**HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS PARA DENSIDADES DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS**

FIG. 4.6

b) Densidad de basura de hoteles de tres o más estrellas.

Datos:

.105	.152	.164	.175	.175
.194	.197	.199	.209	.209
.211	.211	.222	.222	.280
.291	.327	.339	.405	.405

Rango:

$$R = .405 - .105 = .300$$

Ajuste del rango:

$$R = 410 - 100 = .310$$

Tamaño de los intervalos reales :

$$T = \frac{0.310}{8} = 0.039$$

INTERVALOS REALES	MARCA DE CLASE (x)	FRECUENCIA (f)	f x
0.100 - 0.139	0.120		0.120
0.139 - 0.178	0.159	4	0.636
0.178 - 0.216	0.197	7	1.379
0.216 - 0.255	0.236	2	0.472
0.255 - 0.294	0.275	2	0.550
0.294 - 0.332	0.313	1	0.313
0.332 - 0.371	0.352	1	0.352
0.371 - 0.410	0.391	2	0.782
		20	4.604

\* Intervalo que contiene media.

Medidas de tendencia central:

Media:

$$\bar{X} = \frac{4.604}{20} = 0.230$$

$$\bar{X} = 0.230 \text{ kg/litro} = 230 \text{ kg/m}^3.$$

Mediana:

$$\text{Mediana} = 0.216 + \left( \frac{\frac{20}{2} - 12}{2} \right) 0.039 = 0.171$$

$$\text{Mediana} = 0.171 \text{ kg/litro.} = 171 \text{ kg/m}^3.$$

Moda:

$$\text{Moda} = 0.216 + \left( \frac{5}{5 + 0} \right) 0.0099 = 0.255$$

$$\text{Moda} = 0.255 \text{ kg/litro.} = 255 \text{ kg/m}^3.$$

Medidas de dispersión.

MARCAS DE CLASE (X)	FRECUENCIAS (f)	(fx)	x <sup>2</sup>	f x <sup>2</sup>
0.120	1	0.120	0.014	0.014
0.159	4	0.636	0.025	0.101
0.197	7	1.379	0.039	0.272
0.236	2	0.472	0.056	0.111
0.275	2	0.550	0.076	0.151
0.313	1	0.313	0.098	0.098
0.352	1	0.352	0.124	0.124
0.391	2	0.782	0.153	0.306
	20	4.604		1.177

Medidas de dispersión.

Varianza:

$$s^2 = \frac{1}{20} \left[ 1.177 - \frac{(4.604)^2}{20} \right] = 0.006$$

$$s^2 = 0.006 \text{ kg/litro.} = 6 \text{ kg/m}^3.$$

Desviación estandar:

$$s = \sqrt{0.006} = 0.77 \text{ kg/litro.}$$

$$s = 77 \text{ kg/m}^3.$$

**HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIA PARA DENSIDADES  
DE RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN HOTELES DE  
TRES O MAS ESTRELLAS**

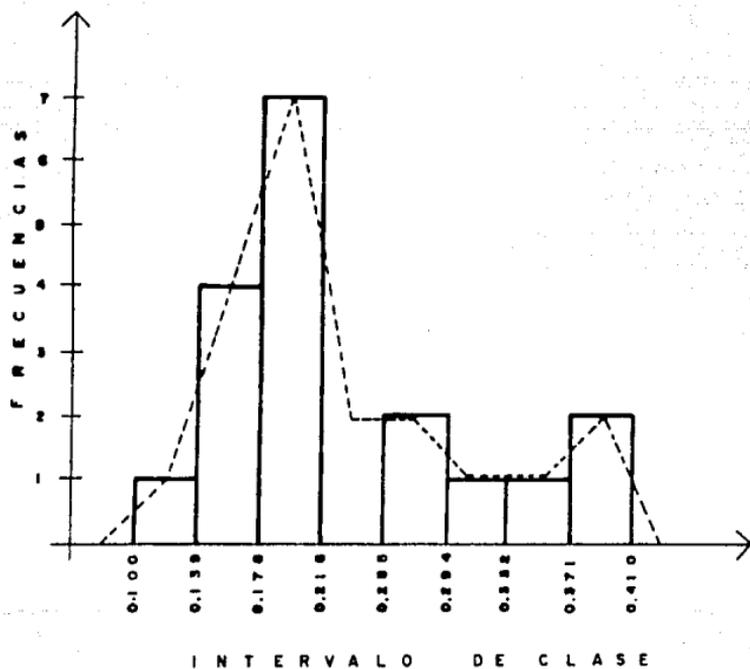


FIG. 4.7

d) Densidad de basura en restaurantes.

Los parámetros de densidad de basura en restaurantes no se pudieron determinar mediante análisis estadístico por falta de información, ya que de los estudios que se consultaron solo el que corresponde a Cancún, Q. Roo cuenta con algunos datos, los cuales se tendrían que analizar conjuntamente con los establecidos en otros desarrollos y de esta manera obtener valores representativos, por lo tanto para estimar la densidad de residuos sólidos generados en restaurantes se recomienda adoptar los propuestos en el estudio referido.

En la siguiente tabla se presentan los parámetros de generación de residuos sólidos obtenidos en el presente capítulo.

c) Densidad de basura en hoteles de dos o menos estrellas.

En los estudios consultados no se cuenta con los datos suficientes para realizar el análisis estadístico correspondiente, sin embargo debido a que la variación de los residuos sólidos entre los hoteles de distintas categorías es la cantidad y no la calidad, es decir, la composición, se estima que para efectos de diseño la densidad de la basura en hoteles de estas categorías es similar a la de los hoteles de tres o más estrellas analizados en el inciso anterior.

PARAMETROS DE DENSIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS

FUENTE DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS.	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL			MEDIDAS DE DISPERSION	
	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR
ZONA URBANA (Kg/m <sup>3</sup> .)	227.0	210.0	206.0	3.0	1.732
ZONA HOTELERA (Kg/m <sup>3</sup> .)	230.0	171.0	255.0	6.0	2.449

TABLA 4.2.

## 5. RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL.

### 5.1 Limpieza.

La operación de limpieza de residuos sólidos consiste en juntar mediante cualquier medio toda la basura que es producida en una zona con asentamientos humanos y concentrarla en puntos estratégicos hasta donde llegará el dispositivo de recolección, el cual se encargará de retirarla hasta su destino final. Las actividades de limpieza se realizan en las calles, avenidas, camellones, plazas y jardines, playas, esteros y lagunas principalmente.

#### 5.1.1. Barrido de calles y avenidas.

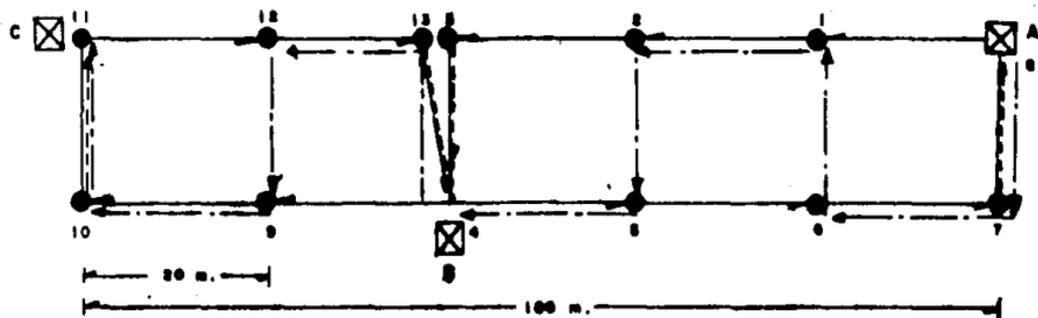
En cualquier centro turístico, por el costo elevado que representa el barrido de calles en los sistemas de limpieza, las autoridades correspondientes deben emprender una campaña de concientizar a la población sobre las necesidades de que ésta se encargue del barrido de la banqueta que se localiza frente a su domicilio y que la basura recogida durante el barrido, junto con la que se genere en el interior del domicilio sea entregada en la esquina correspondiente al vehículo recolector asignado a esa zona, si lo anterior se lograra el costo se abatiría considerablemente ya que el barrendero solo se encargaría de asear la parte del arroyo de la calle cercana a la guarnición.

La frecuencia de barrido esta en función del tipo de vialidad con que cuentan las áreas urbanas: pavimentadas, terracerías, adoquinadas, empedradas, principales y secundarias, del nivel socio-económico de la zona (alto, medio o bajo), de la densidad de tráfico peatonal y vehicular, así como el del tipo de asentamientos que existan: restaurantes, hoteles, mercados, supermercados, casas habitación, comercios, etc. El barrido de calles se realiza en forma manual y con equipo mecánico.

En el barrido manual normalmente se barre únicamente una franja del arroyo de la calle al pie de la guarnición y la operación consiste en que el barrendero deja el carrito, donde transporta dos tambos de 200 lts. cada uno, cerca de la esquina de la cuadra que está barriendo y barre un tramo de la calle formando un montón de basura cada vez que lo considera procedente, regresando posteriormente con el carrito para levantarla. En la figura No. 5.1 se ilustra el sistema de barrido que realiza el personal de limpieza en una calle tipo, en el cual se ha tratado de reducir al mínimo los traslados innecesarios.

Para el barrido manual se ha observado que un barrendero alcanza un rendimiento hasta de 2 km./turno.

### RUTA PARA BARRIDO MANUAL EN CALLE TIPO



### SIMBOLOGIA

- Montones de basura resultado del barrido manual ●
- Cerrito de basura transportando 2 tonos de 200 lts. c/u ☒
- Ruta del barrido →
- Cruce de calle durante el barrido - - - - - →
- Ruta de recolección de los montones de basura - - - - - →

En la tabla número 5.1 se presenta la clasificación de las áreas de la zona urbana de un centro turístico y la frecuencia de barrido manual.

DESCRIPCION DEL AREA	FRECUENCIA DE BARRIDO
Mercados	1 vez/día
Calles de manzanas y zonas comerciales suburbanas.	1 vez/día
Calles secundarias en manzanas	1 vez/ día
Calles en colonias de la zona residencial	3 veces/semana
Calles en colonias de zona media y zona popular.	2 veces/semana
Calles en colonias de zona popular sin pavimentar.	1 vez/semana

TABLA 5.1

El barrido mecánico se ejecuta empleando barredoras motorizadas y es más conveniente que el barrido manual en avenidas principales por los siguientes aspectos :

- a) Se evitan los problemas que tendría un barrendero por la alta densidad de tráfico vehicular que existe en avenidas principales y boulevares.
- b) Se resuelve el problema de traslado de barrenderos y la recolección de basura originado por la longitud tan grande que suelen tener estas via lidades.

- c) Una barredora mecánica de tres ruedas es la más recomendable por la maniobrabilidad que tiene para librar obstáculos, tiene un rendimiento de 40 km/turno de guarnición, sustituyendo de 20 a 30 barrenderos, con lo cual se simplifican los problemas de administración e inspección del personal.

#### 5.1.2. Limpieza de camellones y jardines.

Las actividades de limpieza que se realizan en estas áreas corresponden al retiro de dos tipos de basura, la que es depositada por los transeúntes y la que se generará en la poda del pasto y de arbustos. La primera la ejecutará el personal que realiza la limpieza en forma manual llevando bastón metálico y saco al hombro el que al ser llenado se vacía en contenedores que se localizan especialmente a todo lo largo del recorrido; en cuanto a la basura producida por la poda, ésta es barrida con escobas metálicas y amontonada para que posteriormente junto con los desechos producto de la recolección manual sea levantada por las unidades recolectoras.

#### 5.1.3. Limpieza de playas.

Consiste básicamente en barrer con escobas metálicas el sargazo y la basura para formar montones independientes los cuales serán levantados en carretillas y transportados, los de basura hasta los contenedores que se localizan en el área y los de sargazo hasta un sitio donde se pueda dejar secar durante algunos días.

La actividad de secado del sargazo es importante ya que es posible reducir hasta siete veces su peso.

El rendimiento de una persona que desarrolla la actividad de limpieza de playas es de 100 m/turno en promedio.

#### 5.4.1. Limpieza de lagunas y esteros.

La limpieza de estos sitios consiste principalmente en el retiro de las algas y de la vegetación que crece a las orillas, para evitar dificultades en la práctica de actividades acuáticas deportivas y la proliferación de moscos transmisores de enfermedades como el dengue, el paludismo, etc. La presencia masiva de estos insectos incrementaría significativamente los costos de las campañas de saneamiento ambiental.

El equipo que ha redituado buenos resultados en estas áreas es de tipo mecánico y se trata de una cosechadora de algas que comenzo a operar en las lagunas del desarrollo turístico de Cancún, Q. Roo.

## 5.2 Recolección.

La recolección de residuos sólidos es la acción de transferirlos desde las fuentes generadoras hasta el vehículo recolector.

La prestación del servicio de recolección es una de las partes más caras de un sistema de manejo de basura y una de las que presentan mayores oportunidades para la minimización de costos. El costo de tonelada movida por este concepto es aproximadamente del 90% del costo total del manejo, cuando se tiene una disposición final higiénica. Uno de los factores que más influye sobre el sistema es la frecuencia de recolección, la cual deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo, y que el tiempo transcurrido desde la generación hasta la disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca, que varía según el clima de 7 a 10 días. Los métodos de recolección más comunes se describen a continuación.

### 5.2.1. Recolección de esquina.

Es el método más barato, en el que los usuarios llevan sus recipientes hasta el sitio donde se encuentra estacionado el camión para entregarlos a los operadores, presenta la desventaja de que siempre tiene que haber una persona atenta al paso del camión, y cuando por alguna razón no la hay la basura se acumula en exceso, rebasando la capacidad de los recipientes, existiendo el riesgo de que sea arrojada clandestinamente.

### 5.2.2. Recolección de acera.

En este método sólo se usan camiones con carrocería de carga trasera, consistente en que el camión circula a una velocidad muy baja en ambos sentidos de la calle; donde los usuarios depositan sus recipientes sobre la banqueta, los operarios los recogen, vacían y regresan al mismo sitio, de donde los usuarios los introducen ya vacíos a sus casas. Este método requiere de un civismo alto

entre la gente y presenta el inconveniente de los animales callejeros que se ven atraídos por los recipientes en las calles.

#### 5.2.3. Recolección de llevar y traer.

Es parecido al método anterior con la variante de que el operario entra has ta los predios por la basura, regresando el recipiente al mismo sitio.

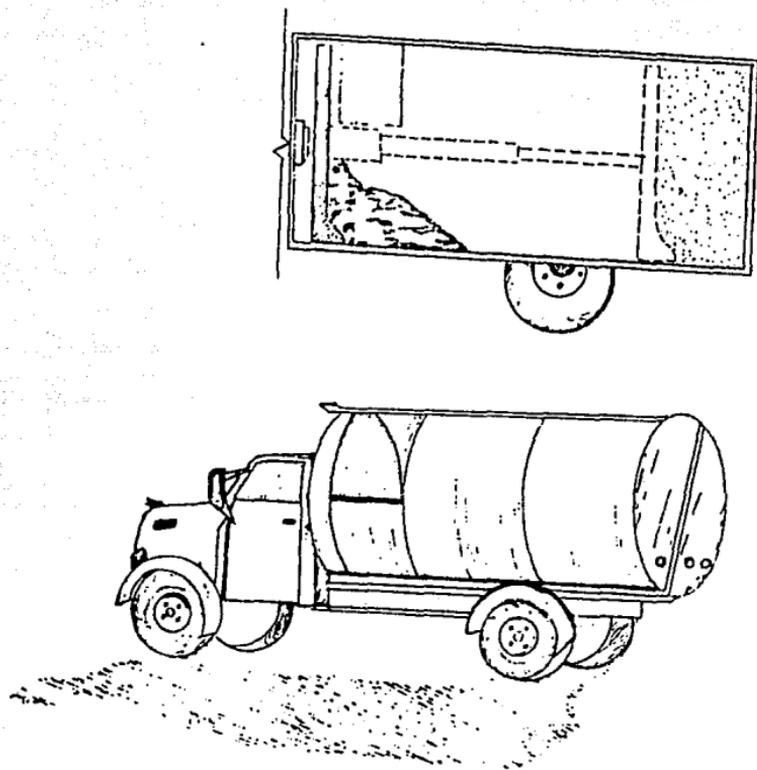
Los métodos anteriores, aunque prestan un nivel superior de servicio, son más costosos debido a que el manejo de los recipientes consume mucho tiempo en ruta.

#### 5.2.4. Recolección con contenedores.

Es el mejor método de recolección para centros de gran generación como podrían ser hoteles, restaurantes, mercados, centros comerciales, hospitales, industrias, etc., la localización de los contenedores deberá ser de tal forma que el vehículo recolector tenga un fácil acceso y pueda realizar las maniobras sin problemas.

#### 5.2.5. Vehículos recolectores.

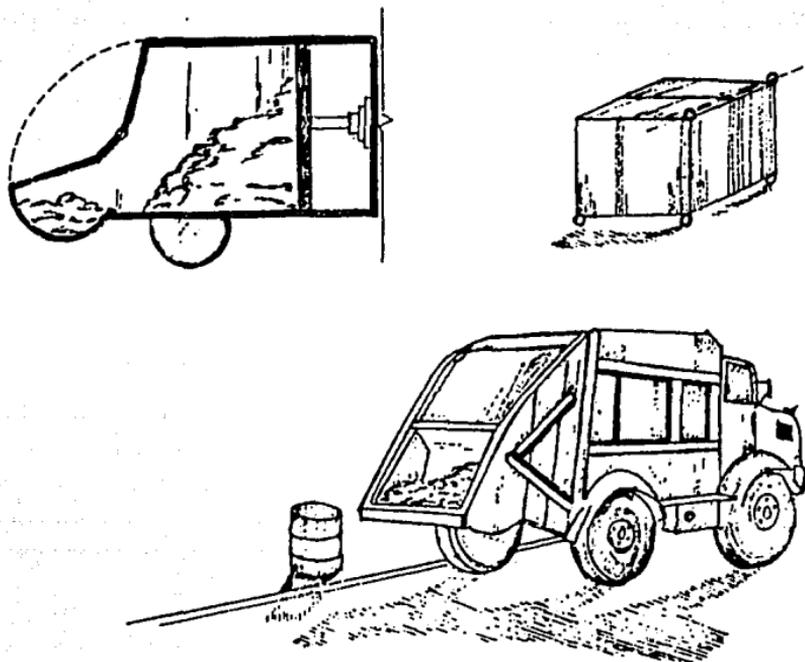
Son recomendables los vehículos con carrocerías de gran capacidad provistas de compactores, para abatir los costos de recolección. Las carrocerías de volteo aunque son preferidas para localidades de provincia debido a su menor costo y versatilidad no son adecuadas para recolección de basura doméstica desde el punto de vista salud pública, existen con carga lateral trasera y frontal ver figs. éstos últimos se usan exclusivamente para la carga mecánica de contenedores mediante un dispositivo consistente en un par de brazos que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.



### CAMION RECOLECTOR DE CARGA LATERAL

Camión recolector de caja cilíndrica con carga lateral, puede ser desde 10 hasta 16 o más  $m^3$  de capacidad normalmente. Su principal ventaja es el bajo costo por tener un mecanismo sencillo de compactación. Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño facilitan que un hombre viaje dentro de la caja para recibir la basura. Por lo anterior, la compactación no se hace con la regularidad debida.

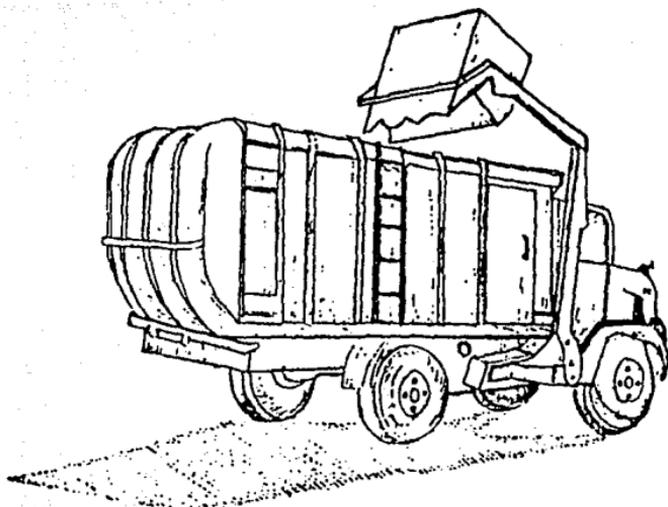
FIG. 5.2.



### CAMIÓN RECOLECTOR DE CARGA TRASERA

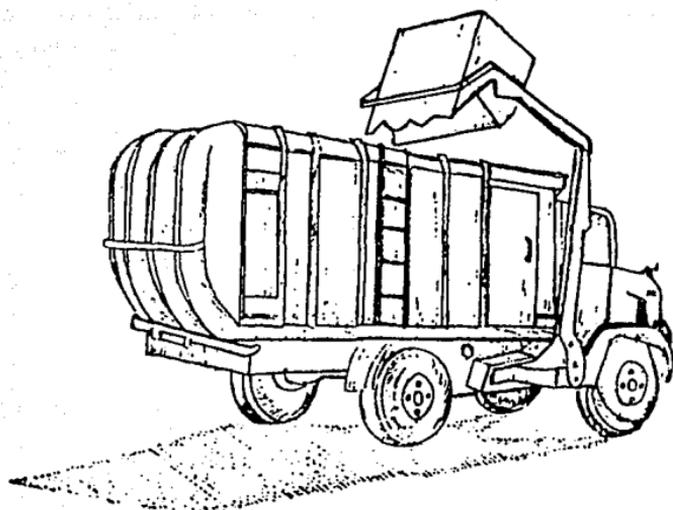
Camión recolector de carga trasera de 10 a 20 m<sup>3</sup> de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura para "pepenarla" una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar y que se pueden colocar contenedores pequeños en su ruta normal de recolección.

FIG. 5.3.



**CAMION RECOLECTOR DE CARGA FRONTAL**

Estos vehículos son generalmente de 15 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad de caja, con mecanismo de vaciado para diferentes pesos. Levanta con tenedores de uno a seis metros cúbicos según su potencia. No puede recolectar basura casera, pero su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente. Su principal uso es para recolectar en centros de gran generación de basura como mercados, -- hospitales, multifamiliares de gran altura, fábricas, supermercados, etc.



#### CAMION RECOLECTOR DE CARGA FRONTAL

Estos vehculos son generalmente de 15 a 30 m<sup>3</sup> de capacidad de caja, con mecanismo de vaciado para diferentes pesos. Levanta con tenedores de uno a seis metros cúbicos según su potencia. No puede recolectar basura casera, pero su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente. Su principal uso es para recolectar en centros de gran generación de basura como mercados, -- hospitales, multifamiliares de gran altura, fábricas, supermercados, etc.

Los vehículos dotados de carrocería de carga trasera de dos ejes son muy eficientes pues la recolección se efectúa más cómoda y menos fatigosa para el usuario y el recolector debido a su altura de carga no mayor de 1.20 m. además permiten prescindir de un operario en su tripulación.

### 5.3. Transportación.

La transportación de desechos sólidos se inicia a partir del punto donde termina la recolección hasta el sitio de disposición final y en algunos casos pasando por una estación de transferencia.

#### 5.3.1. Tiempo de transportación.

El tiempo que utiliza una unidad recolectora en trasladarse desde el garage hasta el punto donde se inicia la recolección de residuos sólidos es considerado como tiempo muerto dentro de un turno de recolección de basuras, de esta misma forma se califica al tiempo que se toma para transportar los residuos sólidos desde el área de generación hasta el sitio de disposición final.

#### 5.3.2. Número de viajes.

Para determinar el número de viajes que una unidad recolectora puede realizar dentro de un turno de trabajo es necesario conocer el tiempo efectivo de recolección, así como los tiempos empleados en trasladarse del garage al inicio de la recolección, del área de generación al sitio de disposición final y también los tiempos utilizados en realizar las maniobras dentro del sitio de disposición final y regresar de éste a la zona de generación y de aquí al garage nuevamente.

### 5.3.3. Tipo de vehculos,

El equipo a emplear en estos trabajos se debe seleccionar de tal manera que no ponga en peligro la salud pública evitando que durante el recorrido no se dejen esparcidos los residuos sólidos que son trasladados, que las condiciones mecánicas de operación sean malas, que el aspecto de las unidades sea desagradable y también se tiene que procurar por que los vehculos posean mecanismos que permitan realizar la descarga en forma rápida e higiénica.

### 5.4. Disposición final.

A través del tiempo en todos los centros turísticos los asentamientos humanos y el número de visitantes se ven incrementados considerablemente, es por ello que la generación de desechos sólidos se ha tornado en un serio problema - que requiere de una pronta solución, sobre todo en lo que corresponde a su disposición final.

Dada la magnitud del problema antes descrito se han estudiado diferentes métodos de tratamiento y disposición final que no afectan el medio ambiente entre los cuales se destaca: la incineración, el composteo, la compactación, la trituración, la recuperación y el relleno sanitario, siendo éste último uno de los más económicos de acuerdo a las condiciones propias de la región, la tecnología disponible en este campo y la problemática local, además de ser un método seguro e higiénico. Sin embargo, en México la disposición final de los desechos no recibe en la inmensa mayoría de los casos la atención debida, ya que se recurre únicamente al tiradero a cielo abierto ocasionando impactos al medio ambiente por todos conocidos, como son : generación de humos por incendios espontáneos, malos olores, proliferación de insectos y roedores, contaminación del manto acuífero, etc.

#### 5.4.1. Relleno sanitario.

Es uno de los métodos más simples y generalmente menos costoso, utilizado

actualmente para la disposición final de los residuos sólidos. Consiste básicamente en el esparcido y en la compactación de los residuos en capas sobre el suelo y posteriormente recubriéndolos con tierra, dependiendo de la conformación del terreno, sobre la capa de tierra se puede colocar una nueva capa de basura formando así celdas sucesivas de residuos y material de recubrimiento.

El relleno sanitario es definido por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles como: El método de depositar los desechos sólidos en la tierra sin crear molestias o peligros a la salud y seguridad pública; utilizando los principios de la ingeniería para confinar los desechos en una pequeña y práctica área, reduciendo éstos en pequeños volúmenes y cubiriéndolos con capas de tierra a la terminación de cada día de operación o con más frecuencia si se hace necesario.

La aplicación inmediata del material inerte sobre la basura elimina la proliferación de moscas e insectos, así como la emanación de malos olores y evita incendios que producen gran cantidad de humo. Impide la presencia de animales para alimentarse con los residuos de comidas y finalmente, mejora las condiciones estéticas del área.

El relleno sanitario es un sistema de destino final altamente empleado, - pues aún en las instalaciones de procesamientos, como el reciclaje, la incineración o la compostificación se generan residuos que requieren un lugar para ser descartados en forma satisfactoria.

La localización de un sitio para la construcción de un relleno sanitario debe considerar una serie de aspectos deseables, tales como los que se mencionan a continuación :

- . Ubicarse fuera de la zona de futuro crecimiento a fin de que el sitio no quede englobado dentro de las áreas urbanas causando molestias a los habitantes.
- . El sitio debe localizarse lo más cerca que sea posible de los principales centros de generación de residuos sólidos, para disminuir los costos de operación correspondientes al traslado de los residuos en las unidades recolectoras.
- . Estar alejados de las áreas donde haya un gran flujo de personas tales como avenidas de importancia, playas y lugares de reunión, a fin de evitar molestias a las personas como olores, impresión visual y circulación de unidades recolectoras en avenidas de importancia.
- . No coincidir con la dirección de los vientos dominantes que llevan malos olores o humo hacia zonas urbanas en caso de que se presentaran incendios accidentales en el sitio de disposición de residuos sólidos.
- . Es conveniente que en el sitio exista material de cubierta.
- . A fin de disminuir costos, conviene que el acceso sea fácil y que se requiera de una longitud mínima de camino.
- . El sitio debe estar de acuerdo con los usos del suelo que proponen los planos y programas de desarrollo.
- . Debe localizarse alejado de los mantos acuíferos que abastezcan de agua potable a la población para evitar su contaminación por la infiltración de lixiviados.

- . Afectar lo mínimo las condiciones ecológicas del lugar, tales como talar árboles, contaminar el aire, el suelo, los acuíferos y evitar la generación de ruidos.
- . El relleno sanitario no debe localizarse en zonas pantanosas o áreas sujetas a inundación debido a las dificultades técnicas que esto significa y por la evidente contaminación del agua.

#### 5.4.2. Tipos de relleno sanitario.

En la actualidad existen diferentes métodos de relleno sanitario siendo los más utilizados los siguientes: de área, de trinchera, combinado y por depresión, los cuales se seleccionan fundamentalmente, dependiendo de las características físicas del sitio elegido así como por la cantidad y la composición de los desechos a ser dispuestos.

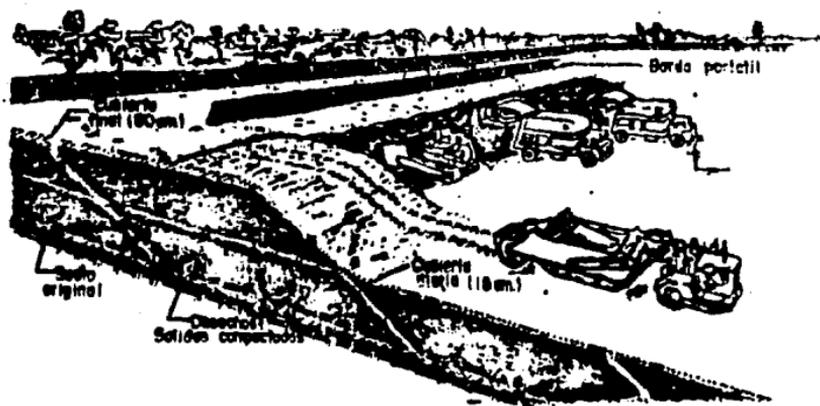
##### a) Método de área.

En este método los desechos sólidos son colocados sobre el suelo donde un tractor tipo buldozer los extiende y compacta, después los desechos son cubiertos por una capa de tierra, la cual también es compactada.

El método de área puede ser utilizado en cualquier terreno disponible, como planicies, canchales, cañadas, depresiones o sienegas.

Normalmente el material de cubierta es acarreado de áreas adyacentes, procurando que la distancia de acarreo del material no sea muy grande, de tal forma que la operación sea económica. Siguiendo un plan de trabajo establecido se inicia el relleno en un extremo del área y se avanza hasta terminar en el otro extremo; si las condiciones del terreno lo permiten se pueden colocar capas sucesivas de basura formando celdas unas arriba de otras.

Para que cumpla las mínimas condiciones de relleno sanitario al finalizar el trabajo diario se deben cubrir las celdas terminadas evitando riesgos de insalubridad y eliminando el problema de la expansión de los desechos ya compactados.



#### METODO DE AREA

FIG. 5.5

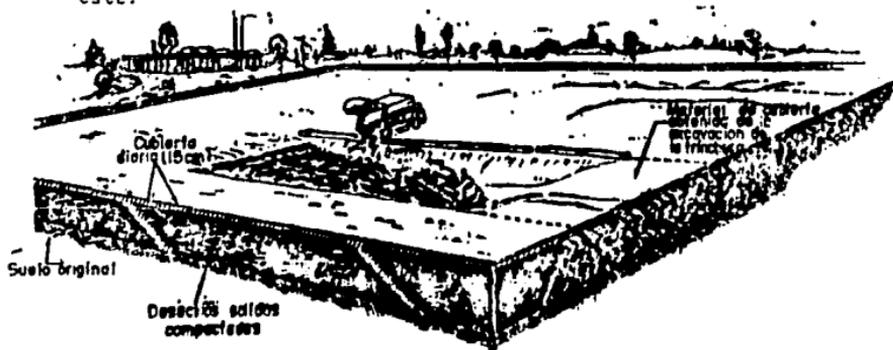
### b) Método de trinchera.

Una trinchera es un corte en el terreno en el cual se depositarán los desechos sólidos, se esparcirán y compactarán formando celdas, las cuales serán cubiertas con el mismo material excavado de la trinchera.

Este método se utiliza en lugares donde las pendientes son suaves, el nivel de aguas freáticas no es tan alto y el material puede ser excavado utilizando equipos normales de movimiento de tierra.

Los suelos arcillosos son ideales para la utilización del método de trinchera ya que son fáciles de excavar y por sus características cohesivas, las paredes de la excavación pueden ser casi verticales y así las trincheras pueden ser construidas en espacios reducidos y estar cerca una de otra.

La trinchera puede ser tan profunda como lo permitan las condiciones del suelo y deberá ser al menos 2 veces más ancha del ancho mínimo del equipo empleado para facilitar el movimiento de éste.



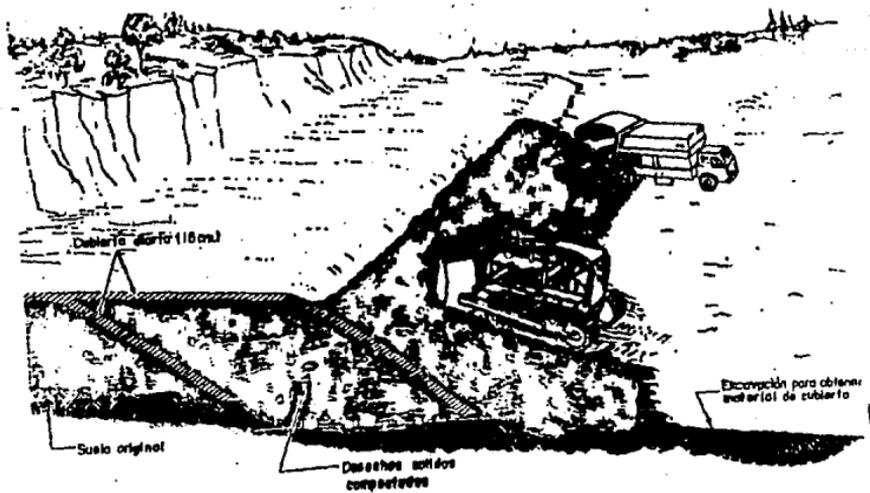
METODO DE TRINCHERA

FIG. 5.6

c) Método combinado.

Como su nombre lo indica es una combinación de los dos métodos de trinchera y cuando el terreno ha sido totalmente llenado se continúa con el método de área en la parte superior. La otra combinación es la conocida como rampa y consiste en iniciar con el método de área y para obtener el material de cubierta se excava en el lugar donde estará la nueva celda.

Para este método se requieren condiciones especiales del terreno ya que éste debe ser un sitio en el cual no se pueda utilizar ninguno de los dos métodos anteriores. Usando este método se tiene un considerable ahorro en el transporte de material de cubierta y una parte de los desechos son depositados debajo de la superficie original, lo cual aumenta la vida útil del sitio.



METODO COMBINADO

FIG. 5.7

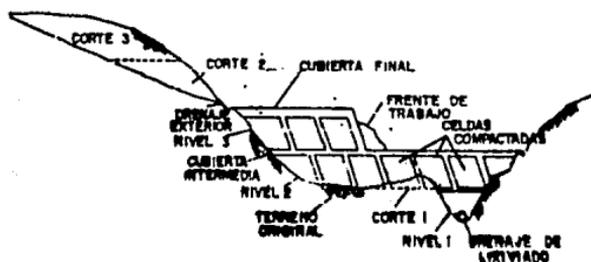
#### d) Método por depresión.

Este método es utilizado en depresiones naturales o artificiales del terreno como cañones, cañadas, barrancas, canteras y fosas. Las dimensiones de las celdas varían de acuerdo a las características de la depresión, así como de la cantidad de desechos sólidos por disponer en el sitio.

En este tipo de relleno se deberá tener especial cuidado en la canalización del drenaje superficial ya que representa un problema crítico para poder efectuar con éxito la construcción de un relleno sanitario, el prever este problema nos evitará posibles inundaciones durante la operación del relleno.

Estas depresiones se rellenan en forma escalonada, teniendo en cuenta la disposición de material de cubierta adecuado para cubrir cada uno de los niveles conforme se van llenando y compactando y para proporcionar una última capa definitiva en todas las superficies del relleno cuando este ha alcanzado su altura final.

De los asentamientos del terreno y del relleno, resulta conveniente el rellenar las fosas y canteras a un nivel ligeramente más alto que el del terreno circundante, dándole un perfil ligeramente inclinado para agilizar el escurrimiento de la lluvia que caiga sobre el relleno terminado.



METODO POR PRESION

FIG. 5.8

### 5.4.3. Ejemplo en Centros Turísticos.

En el Desarrollo Turístico de Cancún, Q. Roo los desechos sólidos se depositan en un relleno sanitario que opera mediante el método de área que es el más apropiado de acuerdo a la topografía de la zona.

#### Construcción del relleno.

Las actividades constructivas que están consideradas en esta obra son : - preparación del terreno mediante excavación para nivelar el fondo, formación de pendiente e impermeabilización; construcción de drenes y cárcamo para lixiviados, relleno de la primera capa dentro de la zona excavada, ductos de ventilación, -- trincheras superficiales para captar e infiltrar las aguas pluviales, cubierta final y siembra de vegetación.

#### Excavación.

Se efectuó la excavación para nivelar el fondo del relleno de acuerdo a la configuración del terreno natural y de acuerdo al proyecto.

#### Formación de pendientes e impermeabilización.

Se formaron las pendientes necesarias en el terreno de fondo de acuerdo al proyecto y se impermeabilizó mediante carpeta asfáltica de un riego.

#### Dren colector.

Se afinó la excavación para el desplante de la primera capa de relleno de tal forma que permita el encauzamiento de los lixiviados de cada franja hacia

el dren receptor. Se impermeabilizó este dren mediante una plantilla de concreto.

#### Dren receptor.

Se construyó en una de las aristas de la zona excavada un dren receptor - que capta los lixiviados que se generan en cada una de las franjas y los conduce hasta un cárcamo de bombeo.

#### Cárcamo de bombeo y recirculación de lixiviados.

Este cárcamo recibe los lixiviados que se generen en una superficie de 9 ha. de relleno y mediante una bomba de succión colocada dentro de un cárcamo seco se secan y se conducen mediante tuberías que los distribuyen para evaporarlos, - arearlos y recircularlos.

#### Ductos de ventilación.

A fin de liberar los gases, producto de la descomposición de la basura, - que puedan ser peligrosos bajo ciertas concentraciones, se colocaron ductos a - cada 50 m., los cuales se diseñaron de tal forma que se puedan prolongar a medida que se coloquen las diferentes capas del relleno para que no queden enterrados.

#### Relleno.

Se construyen celdas diarias de basura cuyo ancho promedio es de 15 m., para facilitar las maniobras de la maquinaria pesada y las unidades recolectoras, la altura de las celdas es de 2 m. y la longitud está en función de la basura - que se recolecta diariamente.

Por la forma en que se construyen las franjas ( conjunto de celdas ) y por las dimensiones del área por rellenar, la segunda y tercera capa se colocan encima de celdas que tienen una antigüedad de 2 a 3 meses como mínimo, lo cual -- permite su consolidación y por consiguiente la factibilidad de que las unidades recolectoras y la maquinaria pesada puedan transitar encima de ellas.

El área por rellenar es tal que permita en forma continua depositar la basura y formar celdas, capas y franjas hasta alcanzar de esta manera la capa final y con ello, en periodos cortos de tiempo ir cerrando zonas de tiro, con esto se ha logrado defasar actividades y evitar la proliferación de múltiples -- frentes de trabajo.

#### Procedimiento Constructivo.

La capacidad del terreno es de 3'100,000 M<sup>3</sup>. que corresponden al volumen - acumulado de basura que se generará hasta el año 2,000; la superficie por rellenar es de 54 ha. modulada en 24 zonas de relleno de 150 x 150 m.

A fin de diferir las inversiones en el relleno sanitario se están habilitando áreas parciales de hasta 5 ha. constituidas por áreas de relleno de 150 x 150 m., áreas de almacenamiento de material para cubierta de 150 x 150 m. y -- áreas de acceso. Las áreas mencionadas permiten :

- a) Construir un relleno de tres capas, que sobresalen de la superficie -- original a una altura máxima del orden de 2 m.
- b) Almacenar material de cubierta mientras se concluyen las tres capas del relleno.
- c) Construir en forma continua el relleno de tres capas, una de las cuales está exactamente sobre la zona que se excavó para extraer sascab. La - continuidad en la construcción permite dar por terminadas áreas parciales del relleno, difiriendo la inversión por concepto de caminos de rodamiento interiores y disminuyendo la cantidad de lixiviados que se general debido a que se alcanza rápidamente la capa final.

### Formación de las capas y celdas diaria.

Las celdas constituyen la unidad de manejo de los desechos sólidos dentro del relleno sanitario y se dimensionan de tal forma que se tiende a economizar material de cubierta, proporcionar suficiente área de trabajo para las maniobras de descarga de los camiones recolectores y para la operación de la maquinaria de construcción.

Las dimensiones de una celda se ilustran en la figura 5.9 y están constituidas de las siguientes partes:

**Camada.**- Se forma esparciendo horizontalmente los desechos sólidos hacia el frente y hacia atrás formando capas de 30 cm. para su compactación, la cual se lleva a cabo haciendo pasar el compactador de 4 a 5 veces en bandas paralelas.

**Altura de la celda.**- Por facilidad en el proceso constructivo, por optimización del material de cubierta y por estabilidad de la celda diaria, se está formando una primera capa de 0.95 a -- 2.45 m. de altura y 2.20 m. de capas superiores.

**Frente de trabajo.**- Es la longitud sobre la cual se descargan los desechos sólidos a un valor mínimo de 15 m. (ver fig. 5.9) y a un valor máximo de 30 m., para evitar que la longitud de la celda sea demasiado grande lo cual redundaría en un mayor consumo de material de cubierta (ver fig. 5.10). Con estas dimensiones se tiene un frente de trabajo lo suficientemente amplio para facilitar las maniobras de descarga de las unidades recolectoras.

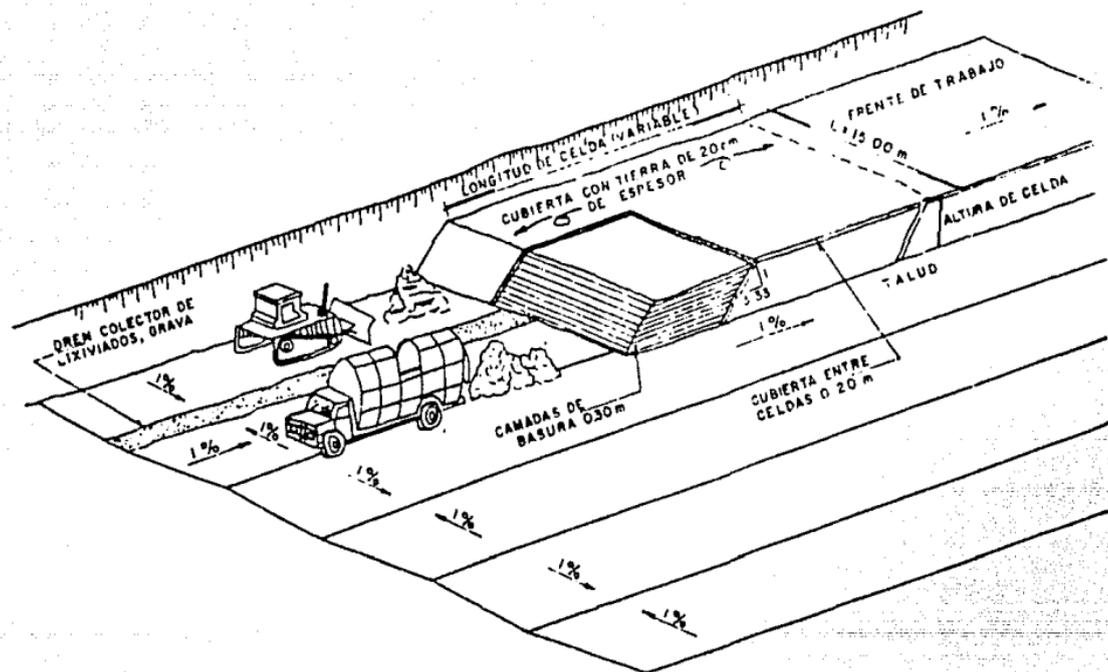


FIG. 5.9

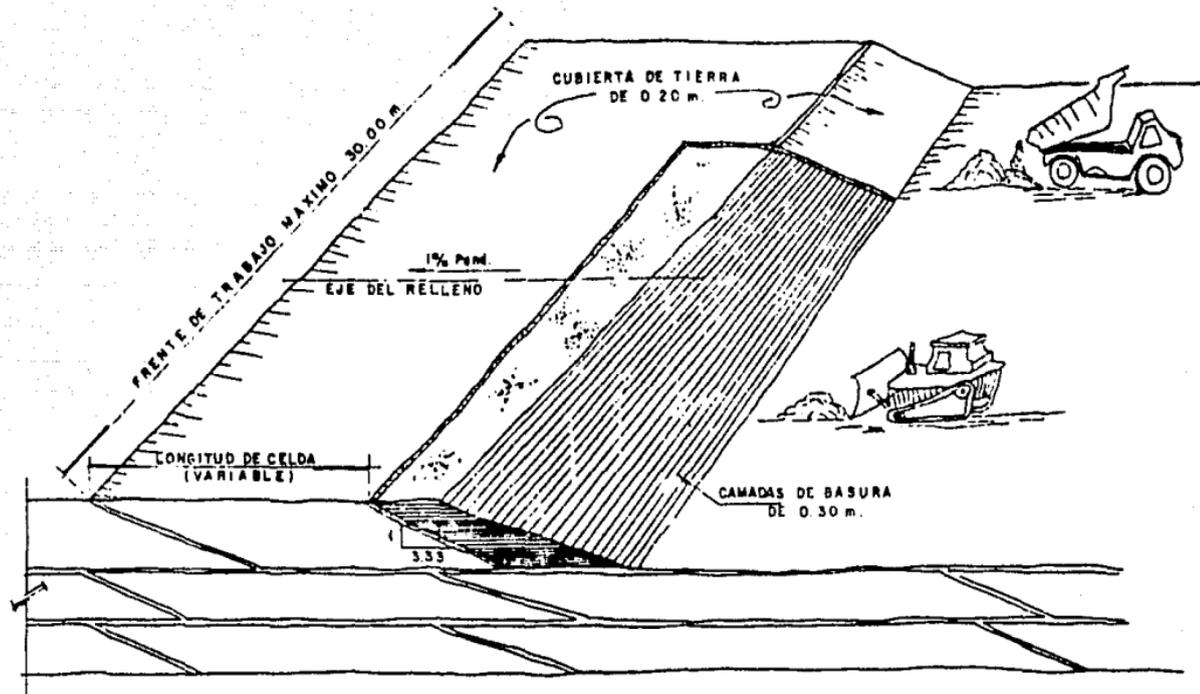


FIG. 5.10

Longitud de la celda.- Es función del volumen diario de los desechos sólidos que se descargan en el relleno así como de la altura y el frente de trabajo.

Cobertura intermedia.- Una vez concluida la celda diaria, se cubre con una capa de tierra de 20 cm. de espesor para prevención de malos olores, insectos, roedores y aves, minimización de infiltración, incendios, difusión de gases y aspectos desagradables.

Dado que no se dispone de material arcilloso, para la cobertura de la celda, se utiliza el material que existe en el lugar, el cual se obtiene de bancos y de las actividades de nivelación y formación de pendientes en el fondo del relleno.

Taludes de la celda.- En las superficies laterales se forman taludes del 30% para facilitar la compactación, el relleno y su estabilidad. En la superficie superior de cada relleno parcial de 150 x 150 m. de área se forman pendientes hacia adelante y hacia atrás del 1% para permitir los escurrimientos pluviales.

Franja.- Está construida por un conjunto de celdas que se apoyan entre sí en el sentido de construcción del relleno.

Capa.- La construcción de una capa se logra cuando se tiene un conjunto de franjas que se apoyan entre sí lateralmente.

En la tabla 5.2 se determinan las dimensiones de las celdas diarias del relleno, haciendo las siguientes consideraciones para obtener la fecha más cercana en que se termine el relleno.

- Se utilizan valores medios de generación anual de la tabla No. 5.3 elaborada en 1984.
- Hay una eficiencia en la recolección del 100%.
- No hay selección de subproductos.
- La densidad de desechos sólidos ya compactados ya en el relleno sanitario es de  $0.50 \text{ tm/m}^3$ .
- El material de cubierta corresponde al 20% del volumen compactado de basura.

La altura de la celda es de 2.20 m. y la máxima longitud del frente de trabajo es de 30 m.



PROYECCION DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

AÑO	DOMICILIARIO			HOTELES DE MAS DE 2 ESTRELLAS			HOTELES DE MENOS DE 3 ESTRELLAS			RESTAURANTES DE 1a. CATEGORIA		RESTAURANTES DE 2a. CATEGORIA		TOTAL TON/DIA		
	GEN.*	POB.** RESIDENTE	SUBTOTAL TON/DIA	GEN.	HUESP.	SUBTOTAL TON/DIA	GEN.	HUESP.	SUBTOTAL TON/DIA	GEN. CLIENTES	SUBTOTAL TON/DIA	GEN. CLIENTES	SUBTOTAL TON/DIA			
1984	0.992	81 700	81.021	2.51	7 914	19.864	0.57	1 288	0.734	0.996	12 741	12.690	0.781	3 865	3.019	117.328
1985	1.002	88 236	88.412	2.51	9 167	23.009	0.57	1 492	0.850	0.996	14 758	14.699	0.781	4 477	3.497	130.467
1986	1.012	95 295	96.439	2.51	10 617	26.649	0.57	1 729	0.986	0.996	17 094	17.026	0.781	5 185	4.049	145.149
1987	1.022	102 918	105.182	2.51	12 239	30.870	0.57	2 002	1.141	0.996	19 801	19.722	0.781	6 006	4.691	161.606
1988	1.032	111 152	114.709	2.51	14 246	35.757	0.57	2 319	1.322	0.996	22 936	22.844	0.781	6 957	5.433	180.065
1989	1.043	120 044	125.206	2.51	14 968	37.570	0.57	2 437	1.389	0.996	24 099	24.003	0.781	7 310	5.709	193.877
1990	1.053	129 648	136.519	2.51	15 728	39.471	0.57	2 561	1.40	0.996	25 323	25.222	0.781	7 681	5.999	208.677
1991	1.064	140 019	148.980	2.51	16 526	41.480	0.57	2 690	1.533	0.996	26 606	26.500	0.781	8 071	6.303	224.796
1992	1.074	151 221	162.411	2.51	17 364	43.584	0.57	2 827	1.611	0.996	27 956	27.844	0.781	8 480	6.623	242.073
1993	1.085	163 319	177.201	2.51	18 246	45.757	0.57	2 970	1.693	0.996	29 376	29.258	0.781	8 911	6.959	260.908
1994	1.096	176 384	193.317	2.51	19 171	48.119	0.57	3 121	1.779	0.996	30 865	30.742	0.781	9 363	7.313	281.270
1995	1.107	190 495	210.878	2.51	20 144	50.561	0.57	3 279	1.860	0.996	32 431	32.301	0.781	9 838	7.683	303.292
1996	1.118	205 834	230.011	2.51	21 166	53.127	0.57	3 446	1.964	0.996	34 078	33.942	0.781	10 337	8.073	327.117
1997	1.129	222 193	250.866	2.51	22 240	55.822	0.57	3 621	2.064	0.996	35 807	35.664	0.781	10 862	8.483	352.889
1998	1.140	239 969	273.565	2.51	23 369	58.566	0.57	3 804	2.168	0.996	37 624	37.474	0.781	11 433	8.914	380.777
1999	1.152	259 166	298.559	2.51	24 554	61.631	0.57	3 997	2.278	0.996	39 532	39.374	0.781	11 991	9.365	411.207
2000	1.163	279 899	325.523	2.51	25 800	64.758	0.57	4 200	2.394	0.996	41 538	41.372	0.781	12 600	9.841	443.888

\* Incluye residuos de mercados (36.0% de domiciliaria) y otros (10% de domiciliaria).  
Aumenta a razón de 1% anual.

\*\* Población residente, hipótesis máxima.

Tabla No. 5.3

En la tabla No 5.4 se determinan las dimensiones de las celdas diarias - del relleno sanitario haciendo las consideraciones siguientes para obtener la fecha más tardía en que se terminará el relleno sanitario.

- Se utilizan los valores medios de generación anual de la tabla No. 5.3
- Hay una deficiencia del 5% en la recolección.
- Se hace una selección de subproductos manual durante la recolección en el relleno sanitario, correspondiente al 15% del peso total de la basura.
- La densidad de la basura compactada en el relleno es de  $0.6 \text{ ton./m}^3$ .
- El material de cubierta corresponde al 20% del volumen compactado de desechos sólidos.
- La altura de la celda es de 2.20 m. y la máxima longitud de frente de trabajo es de 30 m.

VOLUMENES MÍNIMOS ANUALES DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL RELLENO  
Y DIMENSIONES DE CELDAS DIARIAS

CONCEPTO	AO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Generación media diaria (Ton/Día)		117	130	145	162	180	194	209	225	242	261	281	303	327	353	381	411	443	
Deficiencia en la recolección del 5% (Ton/Día) (0.95)		111	124	138	154	171	184	199	214	230	248	267	288	311	335	362	390	421	
Selección de subproductos (15%) (Ton/Día) (0.85)		94	104	117	131	145	157	169	182	195	210	227	245	264	285	308	332	358	
Volumen condensado (m <sup>3</sup> )-- (densidad 0.6 Ton/m <sup>3</sup> )		157	175	195	218	242	261	281	303	326	351	378	408	440	475	513	553	596	
Volumen de cubierta (m <sup>3</sup> ) 20%		31	35	39	44	48	52	56	61	65	70	76	82	88	95	103	111	111	
Volumen total (m <sup>3</sup> )		188	210	234	262	290	313	337	364	391	421	454	490	528	570	616	664	711	
Dimensiones de la celda diaria (en metros).																			
Altura	Ancho de frente	5.70	6.36	7.09	7.94	9.33	9.48	10.21	11.03	11.85	12.76	13.76	-	-	-	-	-	-	
2.20	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.42	8.00	8.64	9.33	10.06	10.84	
	30																		

Tabla No. 5.4

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

El análisis general realizado en los capítulos anteriores permite destacar las siguientes conclusiones:

1. Las principales fuentes de generación de basura son: hoteles, restaurantes, playas, comercios, mercados y viviendas.
2. Dentro de los volúmenes totales de basura que son generados, los residuos sólidos orgánicos ocupan un alto porcentaje y son generados en restaurantes, mercados, viviendas y áreas jardinadas (producto de la poda del césped y cetos).
3. Los desechos sólidos industriales no son de consideración debido a que un Centro Turístico no es el medio adecuado para el desarrollo de la industria.
4. En un Desarrollo Turístico la generación de basura por --capita de la Zona Turística es mayor a la de la Zona Urbana, sin embargo, es esta última la que produce los volúmenes grandes.
5. Los residuos sólidos orgánicos que permanecen almacenados por más de una semana provoca malos olores y la proliferación de fauna nociva.
6. Los resultados de los estudios de generación de basura -- que se realizaron para los Centros Turísticos referidos se -- consideraron para inferir el comportamiento del Proyecto Bahías de Huatulco, Oax.
7. Los parametros de generación y densidad de basura obtenidos en el presente trabajo para un Centro Turístico fueron el

resultado del análisis estadístico efectuado con la información plasmada en los estudios practicados en los Desarrollos referidos en los capítulos anteriores.

A continuación se presentan los parámetros mencionados - los cuales se pueden considerar muy confiables para predecir el comportamiento de un Complejo Turístico dentro del contexto de generación de residuos sólidos.

a) Parámetros de generación de residuos sólidos.

Zona Urbana	0.689 Kg/Hab./día
Hoteles de 3 ó más Estrellas.	3.711 Kg/Cto/día
Hoteles de 2 ó menos Estrellas.	1.159 Kg/Cto/día
Restaurantes de primera categoría.	1.001 Kg/Comensal/día
Restaurantes de segunda categoría.	0.800 Kg/comensal/día

b) Parámetros de densidad de residuos sólidos.

Zona Urbana	227 Kg/M <sup>3</sup>
Zona Hotelera	230 Kg/M <sup>3</sup>

8. La basura generada en los diferentes sitios que se han mencionado se almacenará en los contenedores que para el caso se construyan.

9. La alternativa más conveniente para la disposición final de los residuos sólidos por económica y de operación sencilla es el relleno sanitario, siempre y cuando no presente problemas para la ecología del lugar.

10. En consideración a las cantidades observadas de cada uno de los Subproductos se concluye que el rescate de papel, - cartón y vidrio es atractivo.
11. Los basureros clandestinos son producto de una falta de control de las unidades recolectoras y de vigilancia en los accesos a los mismos.

## 6.2 Recomendaciones

En seguida se presentan las recomendaciones que se consideran deben tomarse en cuenta en la realización de un -- proyecto de limpieza de un Desarrollo Turfstico. Lo anterior es con el fin de hacer más eficiente el sistema operativo.

1. Para aprovechar al máximo los recursos empleados en el barrido de un Centro Turfstico se sugiere que todas las -- fuentes de generación ( hoteles, restaurantes, comercios, etc.), incluyendo las viviendas, se hagan cargo de la limpieza del frente de banquetas que les corresponde.
2. Para los contenedores que se instalen en los diferentes sitios de generación se recomiendan las siguientes capacidades.
  - a) De 40 Lts. la Zona Urbana
  - b) De 2 M<sup>3</sup> para Hoteles de 3 o más estrellas.
  - c) De 100 Lts. para Hoteles de menos de 3 estrellas.
  - d) De 2 a 15 M<sup>3</sup> para Mercados y se recomienda se construyan de mampostería.
  - e) De 200 Lts. para Restaurantes de primera clase.
  - f) De 40 a 100 Lts. en calles de importancia y playas, se colocaron a cada 100 M. de separación.
3. El barrido de las calles se recomienda efectuarlo de la siguientes formas.
  - a) Limpieza mecánica. Se realizará diariamente empleando barredoras mecánicas en las calles principales y boulevares.

- b) Limpieza manual. Se realizará en calles secundarias con una frecuencia variable dependiendo de la ubicación y -- del tránsito peatonal y vehicular, el equipo recomend-- ble para este tipo de barrido consiste en carritos para transportar dos tambos de 200 Lts. de capacidad.
4. Por imagen la recolección de basura debe ser diaria.
5. Para que los contenedores metálicos tengan mayor durabi-- lidad se recomienda tratarlos con pintura anticorrosiva y -- hacerles tres perforaciones para permitir la salida del agua.
6. Se sugiere que la recolección de la basura almacenada en los contenedores se efectúe preferentemente coincidiendo con el cambio de turno y la finalización del servicio.
7. Para lograr una mayor operación del sistema de limpieza se sugiere lo siguiente:
- a) Los operadores de limpieza estarán uniformados y llevarán una prenda de protección solar (sombrero, gorro, cachu-- cha).
  - b) Verificar periódicamente el estado de los contenedores.
  - c) Los camiones recolectores se lavarán diariamente y una - vez a la semana se desinfectarán.
  - d) Periódicamente se verificará el estado de mantenimiento y limpieza del equipo, higiene y asistencia del personal, - limpieza y mantenimiento de las instalaciones, la forma de almacenaje de la basura en los diferentes sitios de -- generación, el cumplimiento del servicio de recolección y de lo indicado en la disposición final.

e) En los recorridos para descargar al relleno sanitario, se cubrirán los desechos con una lona para evitar su esparcimiento.

8. Para estimar la generación y densidades de los residuos sólidos producidos en un Desarrollo Turístico se recomienda adoptar los parámetros obtenidos en el presente estudio.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1.- CURSO SOBRE MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES.  
SEDUE, SUBSECRETARIA DE ECOLOGIA, MEXICO 1984.

2.- PROYECTO EJECUTIVO PARA LA RECOLECCION, DISPOSICION Y TRATAMIENTO DE  
DESECHOS SOLIDOS EN CANCUN QUINTANA ROO.  
FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO, MEXICO 1984.

3.- PROYECTO EJECUTIVO DE DESECHOS SOLIDOS.  
IXTAPA-ZIHUATANEJO, GRO.  
FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO, MEXICO 1984.

PRIMERA PARTE.

CARACTERISTICAS DEL ACTUAL SISTEMA DE LIMPIA Y RECOLECCION DE RESIDUOS.

SEGUNDA PARTE.

CARACTERISTICA DEL SISTEMA DE LIMPIA Y RECOLECCION PROPUESTO.

TERCERA PARTE.

ASPECTOS CONTRACTUALES JURIDICO ADMINISTRATIVO DEL SISTEMA PROPUESTO

4.- ESTUDIO DE LA DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS EN EL DESARROLLO TURISTICO  
DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX.  
FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO, MEXICO 1984.

5.- SISTEMA DE DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DEL DESARROLLO  
TURISTICO DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX.  
FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO, MEXICO 1987.