

estimación de generación domiciliaria se calculó partiendo de la tasa de generación de 0.743 kg/hab/día, señalada en el [DBGIR \(2020\)](#) para el sureste.

Por otro lado, para estimar la cantidad de residuos no domiciliarios se determinó la cantidad máxima de establecimientos comerciales que podrían establecerse en la isla, para ello, en un Sistema de Información Geográfica (SIG) se analizaron las estadísticas de la densidad de unidades económicas (unidades económicas por hectárea de acuerdo al DENUE 2022) en AGEBs del estado de Quintana Roo (Marco Geoestadístico Nacional, 2019). La densidad promedio de UE por hectárea en AGEBs que conforman las localidades urbanas del estado de Quintana Roo, es de 2 UE/ha, sin embargo, también existen máximos de 20 UE/ha. Los datos atípicos se encuentran en un rango de 7 a 20 UE por hectárea y se presentan en AGEBs de localidades como Playa del Carmen, Cancún, Cozumel, Chetumal y Tulum, localidades con gran afluencia turística, lo que tendría relación con que en algunas AGEBs en éstas localidades, exista una mayor densidad de UE por hectárea. El promedio de este rango de datos atípicos es de aproximadamente 10.5 UE por hectárea.

Como se mencionó anteriormente, Holbox podría estar al límite de la expansión humana de acuerdo a lo establecido en el Plan de Manejo de Yum Balam (212 hectáreas máximas), de acuerdo al Marco Geoestadístico Nacional 2022, el área urbana en Holbox es de alrededor de 129.87 hectáreas, lo que podría significar que la mancha urbana podría crecer aproximadamente 82 hectáreas más. Tomando en cuenta el promedio de 10.5 UE/ha como máximo del establecimiento de UE y la mancha urbana expandible por 82 ha adicionales, nos permite calcular un máximo de 866 establecimientos comerciales que pueden construirse en Holbox que sumados a los establecimientos actuales estimados, daría un total de poco más de 2,200 establecimientos, que dado las tendencias de crecimiento analizadas hasta el momento, en el 2030, se podría llegar a esta cantidad de establecimientos.

En el gráfico de la figura 15 se observa el posible aumento de la generación de residuos sólidos en isla Holbox hasta el 2030. La generación pasaría de 34.8 toneladas diarias a 56.4 toneladas al día. Cabe mencionar que Alonzo-Marrufo (2020) realizó una proyección para el 2029 tomando en cuenta el porcentaje de crecimiento en cuartos de hoteles, calculando una generación de 70 toneladas diarias, una diferencia de poco más de 13 toneladas comparadas con la proyección aquí presentada.

Holbox, reportaron activamente labores de barrido en la isla. Se desconoce la cantidad de residuos recolectados a través del barrido manual.

Recolección de residuos

El servicio de recolección de residuos sólidos urbanos en Holbox es el encargado de la recolección de los RSU en la isla a través de la gestión de la empresa Nómadas, quienes tienen contrato mensual con el municipio. Entre 20 y 25 toneladas diarias se reportan llegan a la ET provenientes de los servicios de recolección en la isla (Nómadas, 2022).

Otros actores de la sociedad civil, organizaciones, recicladores informales, entre otros realizan labores de recolección, principalmente de valorizables.

Recolección formal de residuos mezclados

La recolección la realizan 13 trabajadores en total, cuentan con 4 vehículos de recolección tipo Pick-Up y un volquete de 7 toneladas, sin embargo, este se encuentra fuera de servicio por mantenimiento.

El horario laboral para las recolección se divide en 2 turnos: diurno y nocturno. Entre las 07:00 hrs a las 16:00 hrs y entre las 23:00 hrs y las 05:00 hrs. Son 6 trabajadores los que realizan la recolección en el horario nocturno.

La recolección se realiza puerta a puerta debido a que no existen contenedores públicos puesto que se intentó pero no se tuvo resultados positivos. Por otro lado, la administración anterior había donado 40 contenedores de plástico pero desaparecieron. A falta de vehículos adecuados, la recolección y carga de residuos se hace de forma manual lo que en ocasiones genera que los residuos se liberen de las bolsas o se liberen de tambos de 200 lts, en donde las personas y comercios normalmente almacenan sus residuos, y debido a las características de los vehículos, dificulta la carga, lo que ocasiona que la recolección sea tardada, sumado al peligro de daños físicos a los cuales los trabajadores están expuestos por este tipo de maniobras.

Cabe resaltar también, que la falta de contenedores adecuados para la contención de los residuos aumenta el potencial de fugas debido a que mantener los residuos al exterior mientras se espera el servicio de recolección genera una susceptibilidad mayor de liberación por distintos factores, principalmente por fauna doméstica y silvestre como ya se ha reportado, esto, sumado a las características de los vehículos recolectores (caja abierta, poca capacidad y no mecanizados para una correcta recolección, carga y transporte de residuos), se traduce en un potencial de fuga de residuos muy alto, de acuerdo a la metodología Waste Flow Diagram (Diagrama de Flujo de Residuos por sus siglas en inglés) para la evaluación del sistema de manejo de residuos (GIZ et. al., 2020).

Los principales retos en la recolección de residuos son los siguientes:

- Logística inadecuada para la recolección
- Falta de recursos financieros
- Falta de equipo operativo adecuado
- Fauna nociva (perros y fauna silvestre, principalmente mapaches, rompen las bolsas)
- Disposición inadecuada desde la fuente (ej. residuos en bolsas muy delgadas y saturadas)

Cabe señalar también, que se ha advertido de la presencia de tiraderos clandestinos en las localidades de Chiquilá, Solferino y San Ángel, en donde parte de los residuos que salen de Holbox, podrían ser dispuestos, sin embargo debido a la falta de datos exactos, se considera que las 9.8 toneladas que salen diariamente de la isla, llegan a Kantunilkín.

Alrededor de 2 toneladas de plásticos al año, podrían estar liberándose durante el transporte a disposición, esto sin contar la cantidad de residuos que se pueden estar disponiéndose en tiraderos clandestinos.

Fugas plásticas desde el relleno sanitario y plásticos que llegan directamente a los cuerpos de agua desde desagües pluviales

Cerca de 2 toneladas plásticas al año se estima se fugan desde el relleno sanitario de Kantunilkín, esto debido principalmente a la gestión poco adecuada, la falta de barreras físicas y la exposición a las condiciones climáticas de la zona.

Los eventos hidrometeorológicos son también un influenciador de fugas importante en la zona. Las lluvias fuertes, ciclones tropicales, huracanes, etc., son eventos frecuentes que causan constantes inundaciones en varias partes de la isla, esto provoca que los residuos expuestos a estas condiciones se fuguen a través de los desagües pluviales naturales y entren directamente a cuerpos de agua. Se estima que 19 ton/año dentro de los residuos no gestionados, se fugan directamente a cuerpos de agua por este motivo.

Destino de los residuos plásticos fugados

En la tabla 15 se desglosa el total de plásticos no gestionados y el origen de los mismos. En total, 506 toneladas al año de plásticos no se gestionan (69% dentro del total generado), mismos que tienen como destino cuerpos de agua, quema a cielo abierto y que son retenidos en tierra, ya sea en la vegetación, calles o tiraderos clandestinos, así como la estación de transferencia.

Tabla 15. Cantidad de residuos plásticos no gestionados y origen.

Origen de fugas plásticas	Cantidad (ton/año)	% dentro del total
No recolectados	484	95.79
Durante la recolección	19	3.70
Durante el transporte a disposición final	1	0.20
Desde el sitio de disposición final	2	0.30
Total	506	100

Elaboración propia a partir de los datos obtenidos por la evaluación WFD.

De las 506 toneladas anuales de plásticos no gestionados, aproximadamente 306 (60%) son retenidas en tierra, es decir, permanecen en el ecosistema terrestre, quedan atrapadas en la vegetación, en calles o en tiraderos clandestinos, sin embargo, la mayoría permanece en la estación de transferencia. Por otro lado, 184 toneladas al año (36%) tienen como destino los cuerpos de agua, 165 toneladas entran directamente, principalmente por la cercanía a estos,