**CP4: Cálculo del número de contenedores para disposición inicial de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)**

**Para el cálculo del número de contenedores de disposición inicial de residuos sólidos es necesario conocer los siguientes datos: producción media de residuos por día (y producción per cápita), producción de diseño de recolección de residuos, volumen de los contenedores y peso específico de los residuos en los contenedores.**

1. **Producción media de residuos sólidos por día (Pr):** es la cantidad de residuos sólidos generados por día por toda la población que será atendida por el servicio de disposición inicial (puede ser toda la ciudad, un barrio piloto, o una parte de la ciudad).

*La producción per cápita (PPC)*de residuos, se define como la cantidad de residuos que un habitante promedio genera por día (kg/hab·día). Los métodos utilizados para estimar la PPC tienen en cuenta la cantidad de residuos generados por día y el número de habitantes en el área de estudio.

Además de las cantidades generadas de RSU es necesario conocer su composición física, es decir los componentes individuales que constituyen el flujo de los residuos y su distribución relativa. Ésta se da normalmente como porcentaje en peso.

Si toda la ciudad será atendida por contenedores, esta producción media de RSU (Pr) por día se calcula con:

1. **Producción de diseño para la recolección de RSU (Prd)**

En este cálculo, se tiene en cuenta que la recolección de los contenedores puede no ser diaria, y por lo tanto los residuos que se generan por 2 o 3 días son acumulados en los contenedores.

Para calcular la producción de diseño para la recolección de RSU, se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 1

Donde Prd se expresa en unidades de kg, PPC es la producción per Cápita de RSU en kg/hab·día y md.s.recol representa la máxima cantidad de días sin recolección en días (en los casos donde la recolección no sea diaria, si la recolección es diaria, se coloca un 1).

1. **Peso específico de los RSU**

El peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (por ejemplo, kg/m3). Los datos sobre el peso específico a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados. (Fuente: Tchobanoglous et Al., 1994).

Se ha estudiado, y se ha calculado el peso específico de diferentes corrientes de residuos, como restos de comida, plásticos, papel, cartón. Es posible estimar el peso específico de los RSU de una población dada, partiendo de datos teóricos, si se conoce su composición.

Así, el peso específico se obtiene de la siguiente ecuación:

Ecuación 2

Donde: Pesp c,i es el peso específico del componente i de los RSU obtenido de tablas.

Compc i es la composición porcentual en peso del componente i en los RSU (dato para cada ciudad).

1. **Contenedores necesarios para la disposición inicial**

Para calcular el número de contenedores es necesario seleccionar el tipo de contenedores a utilizar, con su capacidad en m3 (informada por el fabricante). Los contenedores a seleccionar dependen de las características y tipos de residuos sólidos que hay que recolectar, del tipo de sistema de recolección utilizado, de la frecuencia de recolección y del espacio disponible para colocar los contenedores.

El cálculo de los contenedores a utilizar se puede estimar según la siguiente ecuación:

Ecuación 3

Donde Pesp es el peso específico de los residuos a gestionar expresado en kg/m3, y Vc, es el volumen del contendor a utilizar, en unidades de m3. Los más comunes son de 2,4 m3 y 3,2 m3.

**Ejemplo de aplicación**

Una población del interior del país ha realizado un estudio de caracterización de residuos en vistas de implementar un sistema de recolección de residuos.

Población: 100.000 hab

PPC\_RSU: 1kg/hab·día

Frecuencia de recolección: diaria

Tabla 1- Peso específico y composición por corriente.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Corrientes** | **Peso específico (kg/m3)** | **Comp.(%)** |
| Restos de comida | 291 | 40 |
| Papel y cartón | 69 | 20 |
| Plásticos | 65 | 20 |
| Metales | 100 | 10 |
| Restos no reciclables | 481 | 10 |

1. Calcular la cantidad de contenedores necesarios para servir a la totalidad de la población considerando una recolección sin separación en origen.
2. Calcular la cantidad de contenedores necesarios para servir a la totalidad de la población, si se pretende recolectar los **residuos reciclables** **2 días por semana**, y los **no reciclables**, **5 días por semana**. Por lo tanto, calcular:
3. Nro de contenedores de color verde de 2,4 m3 para los residuos reciclables.
4. Nro de contenedores de color negro de 2,4 m3 para los residuos No Reciclables.

Suponer que toda la población participa de la separación en origen y que todos los residuos son correctamente separados en las fracciones reciclable y no reciclable. Se consideran reciclables al papel y cartón y a los plásticos. El resto va a no reciclables.

**Resolución**

1. Se quiere disponer los residuos que genera la población en contenedores de todo en 1, SIN separación en origen. Primero veamos que ecuación debemos aplicar, qué datos tenemos dados en el enunciado, y cuales faltan.

Para calcular el Nº de contenedores se necesitan los siguientes datos:

Prd (kg)= ?

Pesp (kg/m3)=?

Vc (m3)=2400 L=2.4 m3

Para hallar el valor de Prd, se debe aplicar la ecuación 1. Los datos necesarios están dados en el enunciado:

PPC(kg/hab·d)=1kg/hab·d

Población: 100.000hab

Máx días sin recolección= 1 d

Para hallar el peso específico de los RSU se debe aplicar la ecuación 3:

Los datos están dados en la tabla 1:

Por último, para hallar el número de contenedores, se utiliza la ecuación 3:

1. Ahora se quiere disponer inicialmente los residuos de manera separada, en dos contenedores, verdes para reciclables, negros para no reciclables.
2. **Contenedores para Residuos Reciclables (R)[[1]](#footnote-1)**

Prd\_R (kg)= ?

Pesp\_R(kg/m3)=?

Vc (m3)=2400 L=2.4 m3

Para hallar el valor de Prd, se debe aplicar la ecuación 1 teniendo en cuenta que solamente el 40% de los residuos son reciclables. También se supone que TODOS los pobladores separan correctamente sus residuos reciclables. Los datos necesarios están dados en el enunciado:

PPC\_R(kg/hab·d)=1 (kg/hab·d) \* 0,4= 0,4 (kg/hab·d)

Población: 100.000hab

Máx. Días sin recolección= 4 d

Para hallar el peso específico[[2]](#footnote-2) de los RSU se debe aplicar la ecuación 2, teniendo en cuenta que en el contenedor de reciclables hay mitad de papel y cartón y la otra mitad es de plásticos:

Por último, para hallar el número de contenedores, se utiliza la ecuación 3:

OBSERVAR QUE SIEMPRE SE COMPRAN AL MENOS UN 10% MÁS DE CONTENEDORES PORQUE ALGUNOS QUEDAN FUERA DE SERVICIO POR LIMPIEZA, REPARACIÓN, ETC.

OBSERVAR QUE SI SE DESEA MANTENER LA RECOLECCION 2 VECES POR SEMANA, ES NECESARIO INSTALAR MAS DE 1000 CONTENEDORES DE RECICLABLES. EN ESTOS CASOS, PUEDE SER NECESARIO AUMENTAR LA FRECUENCIA DE RECOLECCION O EL TAMAÑO DE LOS CONTENEDORES.

*Calcular el punto b.: Contenedores para residuos NO Reciclables.*

**Ejercicio 1**

La localidad de Las Marías está diseñando el servicio de higiene urbana y recolección de residuos. Se considera la higiene urbana y el impacto visual como aspectos de suma importancia para la población. Por lo que se ha decido invertir en un sistema de contenerización y recolección con camiones de carga automática. **Se quiere calcular la cantidad de contenedores necesarios para servir a la totalidad de la población, con una frecuencia de recolección de 6 días a la semana.**

* Población: 92.664
* Densidad poblacional: 286 hab/km2.
* PPC\_RSU: 0.85kg/hab·día
* Densidad promedio de los RSU: 256kg/m3.

**Ejercicio 2**

En base al problema del ejercicio 1, ahora se quiere implementar un sistema de separación de residuos en dos fracciones. Para ello, se quiere calcular la cantidad de contenedores necesarios para servir a la totalidad de la población, si se pretende recolectar los residuos reciclables 2 días por semana (lunes y jueves), y los no reciclables, 5 días por semana (martes, miércoles, viernes, sabados y domingos).

Se ha realizado un estudio de caracterización de residuos en vistas de implementar un sistema de recolección de residuos. Los datos de peso específico de los residuos se presentan en la tabla 1:

Tabla 2- Peso específico y composición por corriente.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Corrientes** | **Peso específico (kg/m3)** | **Comp.(%)** |
| Restos de comida | 350 | 45 |
| Papel y cartón | 98 | 20 |
| Plásticos | 85 | 10 |
| Metales | 150 | 15 |
| Restos no reciclables | 480 | 10 |

Por lo tanto se pide calcular:

1. Nro de contenedores de color verde para los residuos reciclables.
2. Nro de contenedores de color negro para los residuos No Reciclables.

* Población: 92.664
* Producción RSU: 0.85kg/hab·día

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CP 5- FICHA DE RESOLUCIÓN (EJ 2)** | | |  |  |  | |
| **Población** | 92664 | hab |  |  |  | |
| **Prod. RSU** | 0.85 | kg/hab·d |  |  |  | |
| **V cont** | 2400 | l |  |  |  | |
| **V cont** | 2.4 | m3 |  |  |  | |
| **Max. Cant. De días s/ recolección\_REC.** |  |  |  |  |  | |
| **Max. Cant. De días s/ recolección\_ NO REC.** |  |  |  |  |  | |
| **Corrientes** | **Peso específico (kg/m3)** | **Comp.(%)** | Comp\_R (%)[[3]](#footnote-3) | Comp\_NR(%) | |  |
| Restos de comida | 350 | 45 |  | =45\*100/(45+10) | |  |
| Papel y cartón | 98 | 20 | =20\*100/(20+15+10) |  | |  |
| Plásticos | 85 | 15 |  |  | |  |
| Metales | 350 | 10 |  |  | |  |
| Restos no reciclables | 480 | 10 |  |  | |  |
|  |  | 100 | 100 | 100 |  | |
|  |  |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  |  | |
| **[[4]](#footnote-4)** | **Cont. VERDES** | |  | **Cont. NEGROS** | | |
| Pesp\_R |  | kg/m3 | Pesp\_NR |  | kg/m3 | |
| Prod diseño |  | kg/d | Prod diseño |  | kg/d | |
| **NºCont (V)** |  |  | **NºCont (N)** |  |  | |

1. Nótese que para esta ocasión es necesario se utiliza “\_R” en algunos datos a calcular, para indicar que nos referimos solo a los residuos reciclables. [↑](#footnote-ref-1)
2. Nótese que el peso específico de los residuos del contenedor verde no será igual que para el contenedor negro. Según la composición y características de los residuos, el valor del peso específico puede variar. [↑](#footnote-ref-2)
3. Se deben calcular los nuevos porcentajes teniendo en cuenta la separación en reciclables y no reciclables. En la tabla se da a modo de ejemplo el cálculo que debería insertar en la hoja de cálculo de Excel. [↑](#footnote-ref-3)
4. Para el cálculo del peso específico, la producción de diseño y el nº de contenedores, uutilizar las ecuaciones 1, 2 y 3 de la ficha teórica. [↑](#footnote-ref-4)