
Memoria de Cálculo



ÍNDICE

1. Datos de partida	2
1.1. Producción	2
1.2. Balance de materia y energía	3
1.3. Intercambiadores de placa	8
2. Dimensionado de los equipos	14
2.1. Cálculos para el dimensionado	14
2.2. Resultado del dimensionado	19
3. Cálculos de la distribución en planta	22
3.1. Superficie del proceso industrial	22



1. Datos de partida

1.1. Producción

El periodo de producción de zumo de naranja estará comprendido entre ocho y nueve meses. A pesar de ello, la empresa seguirá en funcionamiento durante todo el año ya que aunque la recolección de cítricos se realiza entre los meses de Octubre a Mayo, en los macrotanques se reserva una gran cantidad de zumo preparado que ha de ser envasado. En los meses restantes, se realizarán labores de mantenimiento y limpieza de la central y su maquinaria.

A efectos de cálculo y dimensionamiento de la instalación se tomará un periodo de ocho meses (34 semanas, 204 días).

Los turnos de trabajo serán de 8h e inicialmente se establecerán dos turnos diarios de trabajo. De esta forma, teniendo en cuenta que la primera hora del turno se destina al arranque y puesta en marcha y la última hora al mantenimiento y limpieza de los equipos, las horas productivas se reducen a 14 h diarias (las paradas de descanso del personal se llevarán a cabo por turnos, de forma que el proceso no se detenga durante esas 14 horas). La semana constará de 6 días laborables, de lunes a sábado.

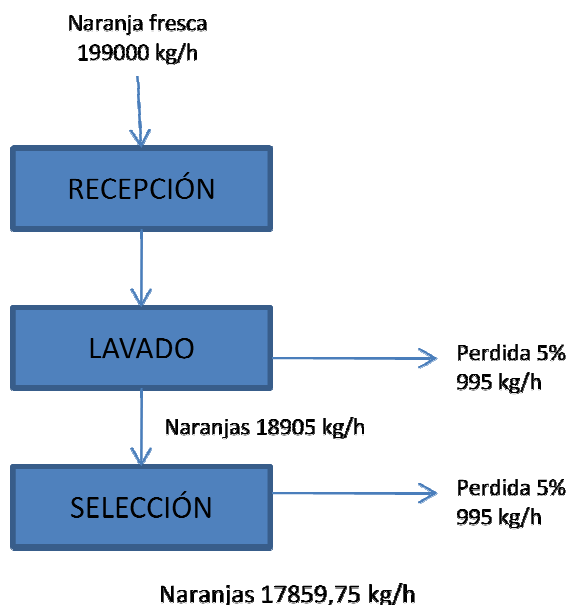
La planta se diseña para procesar una cantidad de 19900 kg/h aproximadamente. De esta manera la cantidad de zumo extraído será 6816,09 L/h a 8 ° Brix de los cuales 6000 L/h serán envasados diariamente durante el periodo de Octubre a Mayo y 1138,35 L/h irán acumulándose en el macrotanque con la idea de ser envasado en los meses posteriores a la recolección y de esta manera alargar la producción de proceso.

A continuación se calculan los balances de materia, del proceso. Para ello tendremos en cuenta que las naranjas tienen un rendimiento medio estimado de 45% en zumo y que este zumo se estipula que tenga una densidad de 1,045 kg/L.



1.2. Balance de materia y energía

Si consideramos las pérdidas en la etapa de lavado, que se estiman en un 5% de pérdidas de la fruta, y en la etapa de selección, 5%, y teniendo en cuenta los 19900Kg/h con los que se alimenta nuestro proceso, tendremos el siguiente balance:



Después de este proceso los frutos ya lavados y seleccionados se pasan al extractor donde serán exprimidos. Puesto que sabemos que el rendimiento de una naranja es del 45%, el zumo obtenido al final de esta etapa será un 45% de la corriente de entrada. Para esta fase se dispondrá de cinco extractores dispuestos en fila, capaces de procesar 3.600 kg/h, de naranjas, cada uno.

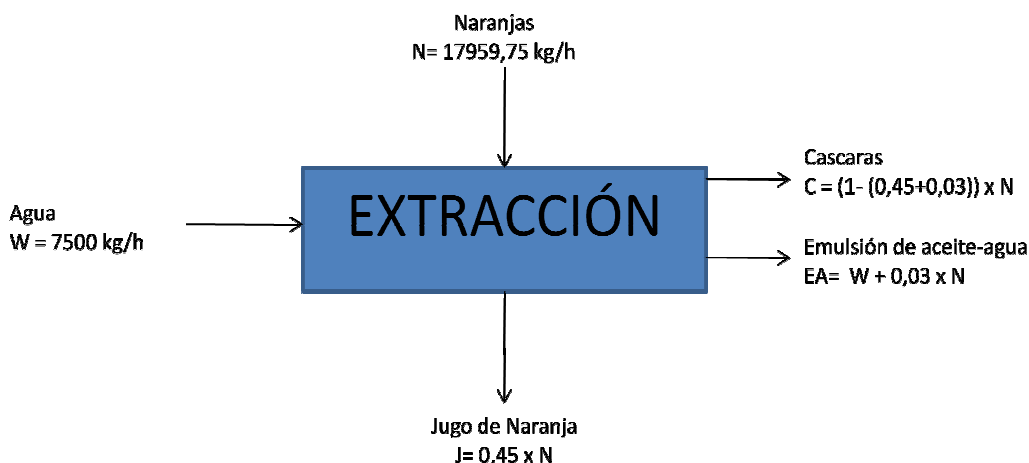
Además es necesario el suministro, de entre 1000-1500 kg/h de agua, por extractor, para la obtención de aceites esenciales, como tenemos cinco unidades de extracción, tomamos la media del agua a suministrar (1.500 kg/h) y multiplicamos por cinco. Es decir adicionamos 7.500 kg/h, de agua a 15°C, para los cinco extractores. Con esta agua y los aceites de la corteza se forma una emulsión de aceite en agua. Estimamos que hay un 0,7% de aceite en la corteza, por lo que la emulsión será la suma del agua añadida más el aceite que se arrastra en el extractor más este porcentaje de aceite de las cortezas de las naranjas entrantes.



1.2.1. Balance de materia en el extractor.

En esta etapa, entran 17959,75 kg/h de naranja procedente del calibrado a las cinco unidades de extracción con un 15% de sólido, y se obtiene jugo con un 12 % de sólidos y cascaras.

A continuación se esquematiza y resuelve el balance de masa en la etapa de extracción.



$$N + W = J + C + EA. \quad \text{Balance de materia total.}$$

Donde:

N = Cantidad de Naranja que entra en el sistema.

W = Cantidad de agua que entra en el sistema.

EA = Cantidad emulsión de aceite que sale del sistema.

C = Cantidad de cascara, corteza y resto de pulpa que sale del sistema.

J = Cantidad de zumo de naranja que sale del sistema.

Esta emulsión de aceite será la suma del agua adicionada al extractor más el 0,7% de aceite contenido en la piel de las naranjas. Es decir:



$$EA = W + 0,007 \cdot N$$

$$EA = 7500 + 0,007 \times 17959,75 = 8038,79 \text{ kg/h}$$

EA = 8038,79 kg/h de emulsión de agua en aceite.

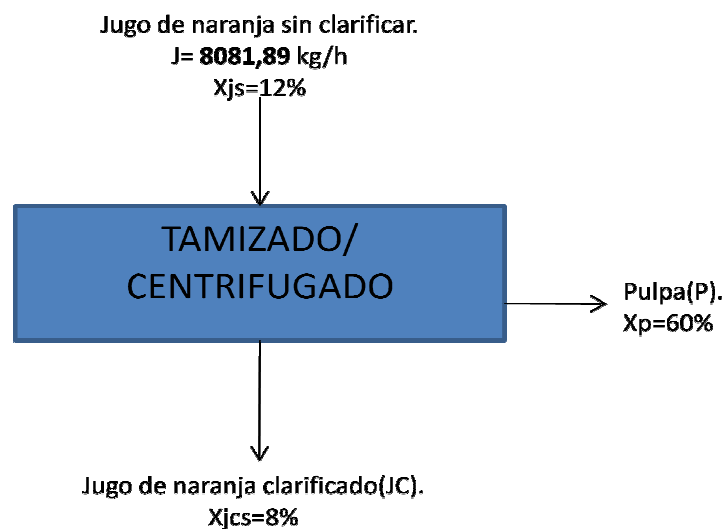
Resolviendo el resto obtenemos:

$$C = 0,543 \times 17959,75 = 9339,07 \text{ kg/h de cáscaras, cortezas y restos de pulpa.}$$

$$J = 0,45 \times 17959,75 = 8081,89 \text{ kg/h de jugo sin clarificar.}$$

1.2.2. Balance de materia en el tamizador/centrifugador.

Los 8081,89 kg/h de jugo sin clarificar, obtenidos en la etapa de extracción, pasan ahora por una operación de tamizado-centrifugado, para reducir, el contenido de pulpa del zumo de un 12% a un 8%. El contenido en sólidos de la pulpa eliminada es del 60%. Como se puede apreciar en el esquema:



$$J = JC + P.$$

$$J \cdot X_{js} = JC \cdot X_{jcs} + P \cdot X_p.$$

Balance de materia total.

Balance de materia parcial de sólidos



Donde:

JC= Cantidad de zumo de naranja clarificado que sale del sistema.

P= Cantidad pulpa que sale del sistema.

J= Cantidad de zumo de naranja que entra en el sistema

Xjcs = Concentración de pulpa solida en zumo clarificado.

Xp = Concentración de solido en pulpa.

Xjs= Concentración de pulpa solida en el zumo no clarificado.

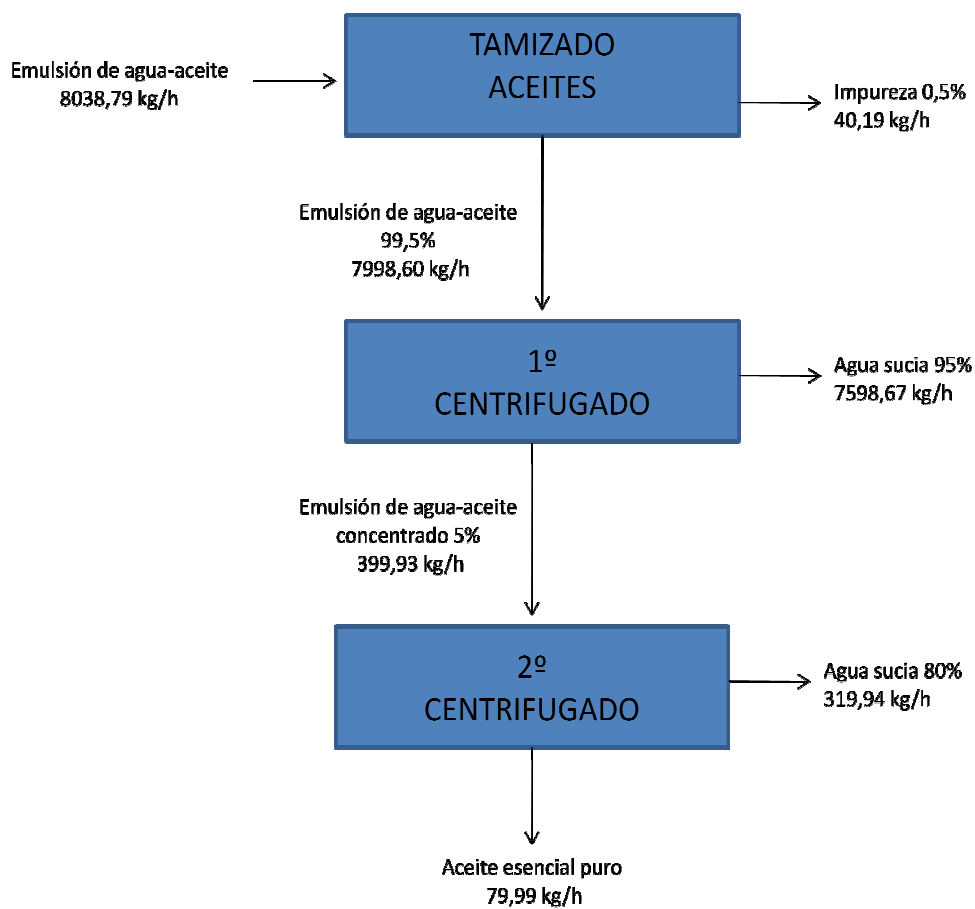
Resolviendo obtenemos:

JC= 7460,2 kg/h de jugo o zumo clarificado.

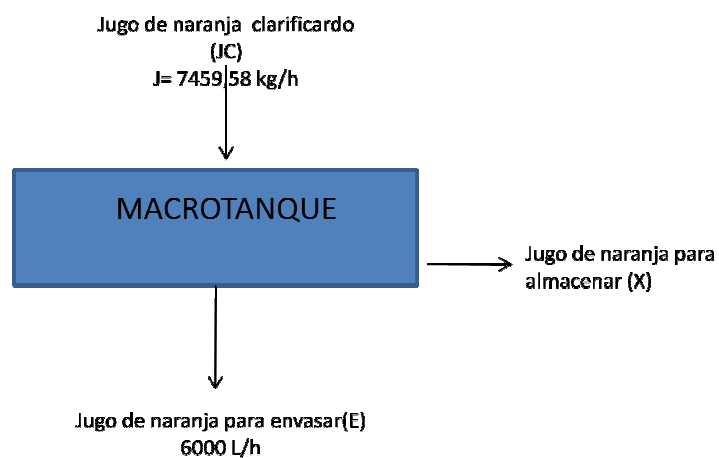
P= 621,69 kg/h de pulpa.

1.2.3. Balance de materia de los aceites esenciales.

Para la recuperación de los aceites esenciales, se hace un nuevo balance con el flujo entrante de emulsión de aceite en agua, 8038,79 kg/h.



1.2.4. Balance de materia en el macrotanque





$$JC = E + X \quad \text{Balance de materia total}$$

$$7459,58 \text{ kg/h} / 1,045 \text{ kg/h} = 7138,35 \text{ L/h}$$

$$X = JC - E$$

$$X = 7138,35 \text{ L/h} - 6000 \text{ L/h}$$

$$X = 1138,35 \text{ L/h}$$

1.3. Intercambiadores de placas.

El intercambiador de calor para realizar la pasteurización del zumo constará de cuatro zonas, por las cuales fluirá el zumo, cambiando de temperatura en cada una de ellas, para finalmente dirigirse a los tanques asépticos (macro tanques).

Así pues, el pasteurizador de placas tendrá las siguientes etapas:

- **Zona de precalentamiento:** con ella, se intenta aprovechar el calor obtenido por el zumo ya tratado, de modo que el zumo entrante aumentará de temperatura, por efecto del zumo ya tratado, para precalentarlo. De la misma manera el zumo ya tratado se irá enfriando paulatinamente al intercambiar su temperatura con el entrante.
- **Zona de calentamiento:** donde el zumo que proviene de la anterior etapa, se somete a una temperatura máxima de 120 °C, en el denominado tubo de mantenimiento o retención, un tiempo de 30 segundos.
- **Zona de enfriamiento con agua de red:** el zumo ya tratado se enfría con agua de red.
- **Zona de enfriamiento con agua glicolada:** en esta etapa, el zumo previamente enfriado, se enfría de nuevo, hasta una temperatura de 4 °C, antes de pasar a los depósitos asépticos.



Cálculos en el intercambiador:

1.3.1. Sección de precalentamiento.

Partimos de un caudal de zumo de 7459,58 kg/h, es decir 2,07 kg/seg., con un calor específico de 3,9 kJ/kg; la densidad del zumo es 1,045 kg/L, y conocemos:

- Temperatura entrada del zumo= 20 °C.
- Temperatura salida del zumo= 63 °C.
- Temperatura zumo pasteurizado (entrada)= 120 °C.

Mediante la ecuación: $Q = m \cdot ce \cdot (T_1 - T_2)$,

Siendo: Q= calor a intercambiar.

m = caudal másico.

ce= calor específico

ΔT = diferencias de temperaturas.

- Flujo de zumo a calentar: sustituimos en la ecuación anterior y obtenemos

$$Q = 2,07 \text{ Kg/seg} \cdot 3,9 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot (63 - 20) = 347,49 \text{ kW}.$$

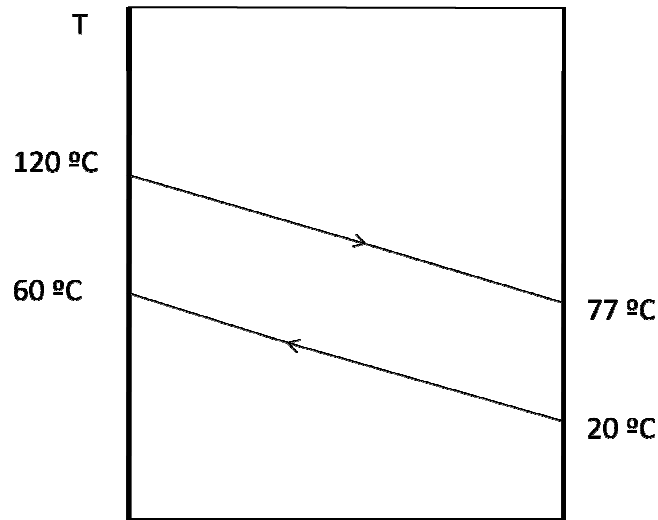
- Flujo de zumo a enfriar:

$$Q = 2,07 \text{ kg/seg} \cdot 3,9 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot (120 - T)$$

Igualando ambos flujos, obtenemos:

$$(63 - 20) = (120 - T)$$

$$T = 77 ^\circ\text{C}.$$



1.3.2. Sección de calentamiento.

- Temperatura de llegada del zumo= 63 °C.
- Temperatura de salida del zumo= 120 °C.
- Presión del vapor saturado= 2 bares (2.105 Pa).

Análogamente que en la etapa anterior, se procede en esta: $Q = m \cdot ce \cdot (\Delta T)$.

Siendo: Q = calor a intercambiar.

m = caudal másico.

ce = calor específico

ΔT = diferencia de temperaturas.

- Flujo de zumo(fluido frío): sustituimos en la ecuación anterior y obtenemos

$$Q = 2,07 \text{ kg/seg} \cdot 3,9 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ \text{K} \cdot (120 - 63) = 460,16 \text{ kW}.$$

- Flujo de vapor(fluido caliente)

$$Q = m \text{ vapor } (h_G - h_L)$$



Igualando ambos flujos, obtenemos:

$$460,16 \text{ kW} = m_{\text{vapor}} \cdot (2.706,6 - 504,7).$$

$$m_{\text{vapor}} = 0,208 \text{ kg/s} = 752,34 \text{ kg/h}$$

1.3.3. Tubo de mantenimiento.

En éste apartado detallaremos la longitud que ha de tener el tubo donde se realiza la pasteurización, así como la caída de temperatura, comprobándose si se alcanza el calor necesario durante el tiempo que lo recorre.

$$\text{Caudal de zumo } 7459,58 \text{ Kg/h} / 1.045 \text{ Kg/L} = 7138,35 \text{ L/h} = 1,98 \text{ L/seg.}$$

El zumo permanecerá durante 30 segundos a una temperatura de 120 °C.

$$1,98 \text{ l/seg.} \times 30 \text{ seg.} = 59,40 \text{ L de capacidad que ha de tener el tubo.}$$

El tubo a utilizar va a ser DN100, de diámetro interior 98 mm. La sección del tubo, será por tanto:

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot 5^2 = 78,5 \text{ cm}^2$$

$$59,40 \text{ L} = 59400 \text{ cm}^3$$

$$59400 \text{ cm}^3 / 78,5 \text{ cm}^2 = 756,69 \text{ cm} = 7,57 \text{ m}$$

Este tubo tiene como misión mantener la temperatura de pasteurización durante 30 segundos, suficiente para un proceso efectivo, por lo que la caída de temperatura no debe ser alta.

La superficie del tubo es:

$$\text{Superficie de contacto: } S = \pi \cdot D \cdot L$$



Donde:

D= diámetro.

L= longitud.

$$S = \pi \cdot D \cdot L = 3,14 \cdot 0,1016 \cdot 7,57 = 2,42 \text{ m}^2.$$

Debido a que el zumo no permanece durante mucho tiempo en el tubo de mantenimiento supondremos una transferencia de $0,116 \text{ kW} \cdot \text{m}^2 = 0,116 \text{ kJ/s m}^2$.

$$0,116 \text{ kJ/s m}^2 \cdot 30 \text{ segundos} = 3,48 \text{ kJ/m}^2.$$

$$3,48 \text{ kJ/m}^2 \cdot 2,42 \text{ m}^2 = 8,42 \text{ kJ}.$$

Luego la caída de temperatura en el tubo, será de:

$$8,42 \text{ kJ} = 1,98 \text{ L/s} \cdot 1,045 \text{ kg/L} \cdot 3,9 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K} (120 - X)$$

$$1,006 = (120 - X)$$

$$X = 118,96 ^\circ\text{C}.$$

Por lo tanto la pérdida de calor es inapreciable.

1.3.4. Sección de preenfriamiento con agua de torre.

- Temperatura entrada del zumo= $47 ^\circ\text{C}$.
- Temperatura salida del zumo= $30 ^\circ\text{C}$.
- Temperatura entrada del agua de red= $26 ^\circ\text{C}$.
- Temperatura salida del agua de red= $33 ^\circ\text{C}$.

Análogamente que en los casos anteriores: $Q = m \cdot c_e(\Delta T)$



Donde:

Q = potencia calorífica.

m = caudal másico.

ce = calor específico.

ΔT = diferencias de temperaturas.

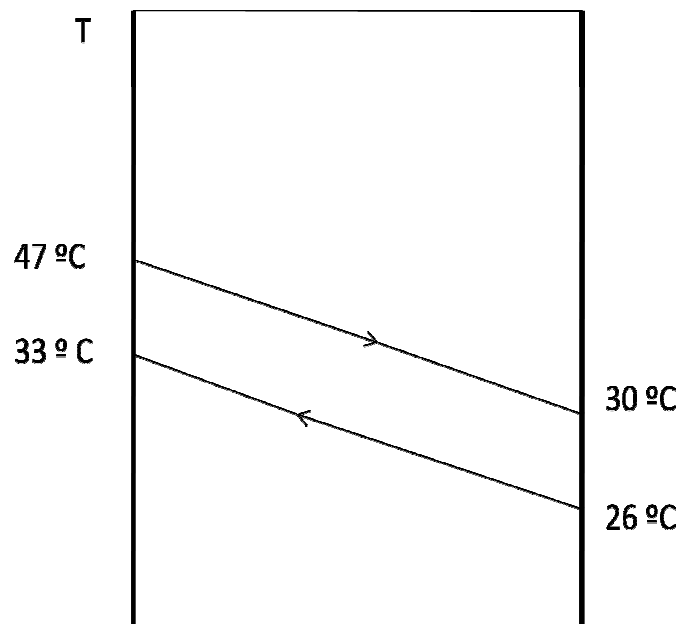
- Flujo de zumo a enfriar: sustituimos en la ecuación anterior.

$$Q = 1,98 \text{ L/s} \cdot 1,045 \text{ kg/L} \cdot 3,9 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K} (47 - 30) = 137,18 \text{ kW}.$$

- Flujo de agua a calentar:

$$Q = m_{\text{agua}} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot (33 - 26)$$

Igualando ambos flujos, obtenemos: $m_{\text{agua}} = 4,68 \text{ L/seg}$





1.3.5. Sección de enfriamiento con agua glicolada.

En esta sección tenemos:

- Temperatura entrada del zumo= 30°C.
- Temperatura salida del zumo= 4°C.
- Temperatura entrada de agua glicolada= - 4°C.
- Temperatura salida de agua glicolada= 5°C.

Mediante la ecuación: $Q = m \cdot ce \cdot (\Delta T)$.

Donde: Q= calor a intercambiar.

m = caudal másico.

ce= calor específico.

ΔT = diferencias de temperaturas.

- Flujo de zumo a enfriar:

$$Q = 1,98 \text{ L/s} \cdot 1,045 \text{ kg/L} \cdot 3,9 \text{ kJ/kg} \cdot (30 - 4) ^\circ\text{C} = 209,81 \text{ kW}.$$

- Flujo de agua glicolada que se calentará:

$$Q = m \text{ agua glic.} \cdot 3,811 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K} \cdot (5 - (-4))$$

Igualando ambos flujos, obtenemos el caudal másico del agua glicolada:

$$m \text{ agua glic.} = 6,30 \text{ kg/s} = 22681,81 \text{ kg/h}.$$

2. Dimensionado de los equipos

2.1. Cálculo para dimensionado.

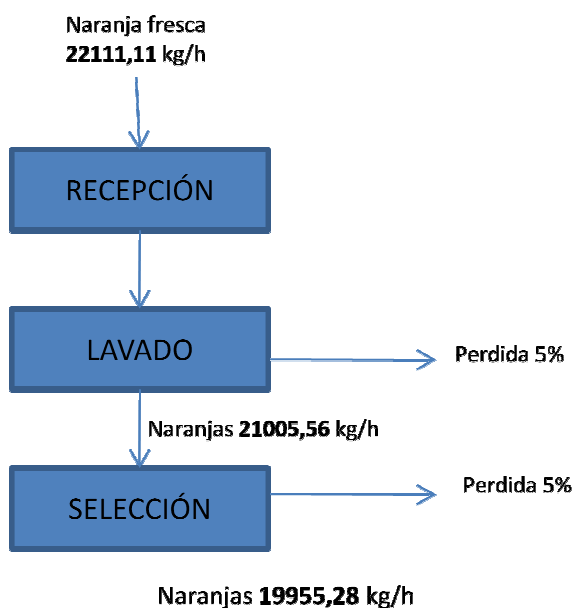
Teniendo en cuenta la calidad de los equipos del proceso, se considerará que, en conjunto, estos trabajan al 90% de su capacidad instalada, por lo tanto, los equipos se diseñan y seleccionan con este porcentaje de utilización promedio. De esta manera, la planta se diseña para procesar una cantidad de 63.149,33 Tm/año,



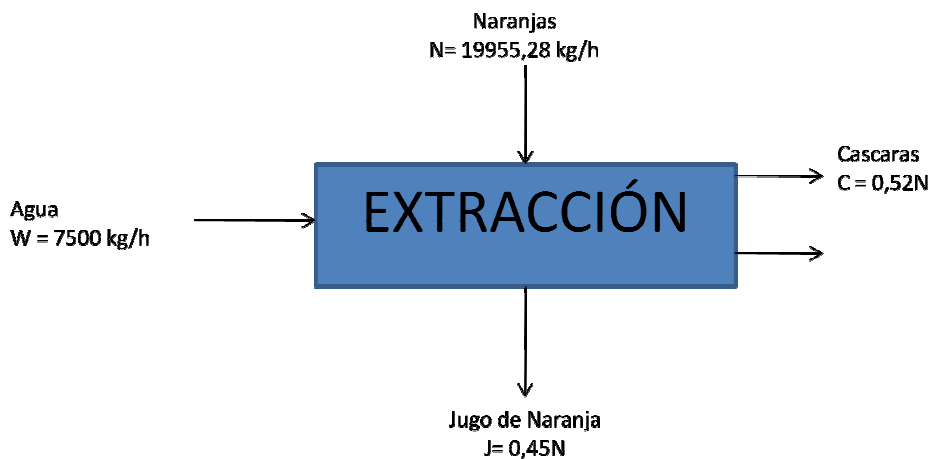
cuando realmente cuenta con materia prima de 56.834,4 Tm/año de frutas.

A continuación se muestra el balance de materia para el caso en el que el proceso se desarrollara al 100% de su capacidad. Serán los datos obtenidos en dicho balance nuestra base de cálculo para el dimensionado de los equipos:

2.1.1. Balance de materia a la entrada del proceso:



2.1.2. Balance de materia en el extractor.





$$N + W = J + C + EA.$$

Balance de materia total.

Donde:

N= Cantidad de Naranja que entra en el sistema.

W= Cantidad de agua que entra en el sistema.

EA= Cantidad emulsión de aceite que sale del sistema.

C= Cantidad de cascara, corteza y resto de pulpa que sale del sistema.

J= Cantidad de zumo de naranja que sale del sistema.

Esta emulsión de aceite será la suma del agua adicionada al extractor más el 0,7% de aceite contenido en la piel de las naranjas. Es decir:

$$EA = W + 0,007.N$$

$$EA = 7500 + 0,007 \times 19955,28 = 8098,65 \text{ kg/h}$$

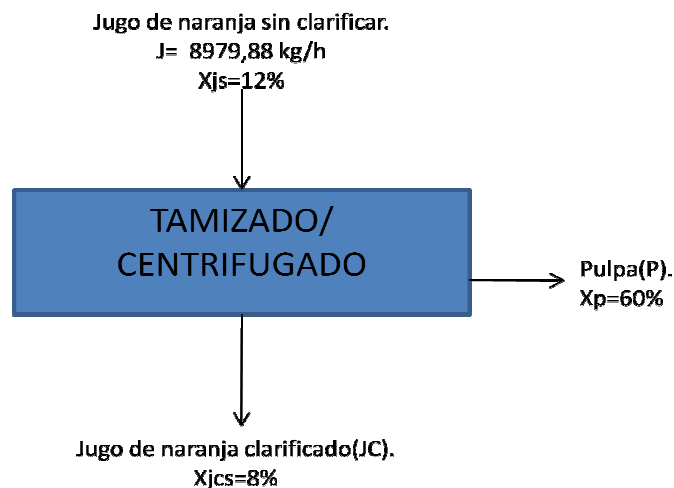
EA = 8098,65 kg/h de emulsión de agua en aceite.

Resolviendo el resto obtenemos:

$$C = 0,543 \times 19955,28 = 10376,75 \text{ kg/h de cáscaras, cortezas y restos de pulpa.}$$

$$J = 0,45 \times 19955,28 = 8979,88 \text{ kg/h de jugo sin clarificar.}$$

2.1.3. Balance de materia en el tamiz/centrifugador de zumo





$$J = JC + P.$$

Balance de materia total.

$$J \cdot X_{js} = JC \cdot X_{jcs} + P \cdot X_p.$$

Balance de materia parcial de sólidos.

Donde:

JC= Cantidad de zumo de naranja clarificado que sale del sistema.

P= Cantidad pulpa que sale del sistema.

J= Cantidad de zumo de naranja que entra en el sistema

X_{jcs} = Concentración de pulpa solida en zumo clarificado.

X_p = Concentración de solido en pulpa.

X_{js} = Concentración de pulpa solida en el zumo no clarificado.

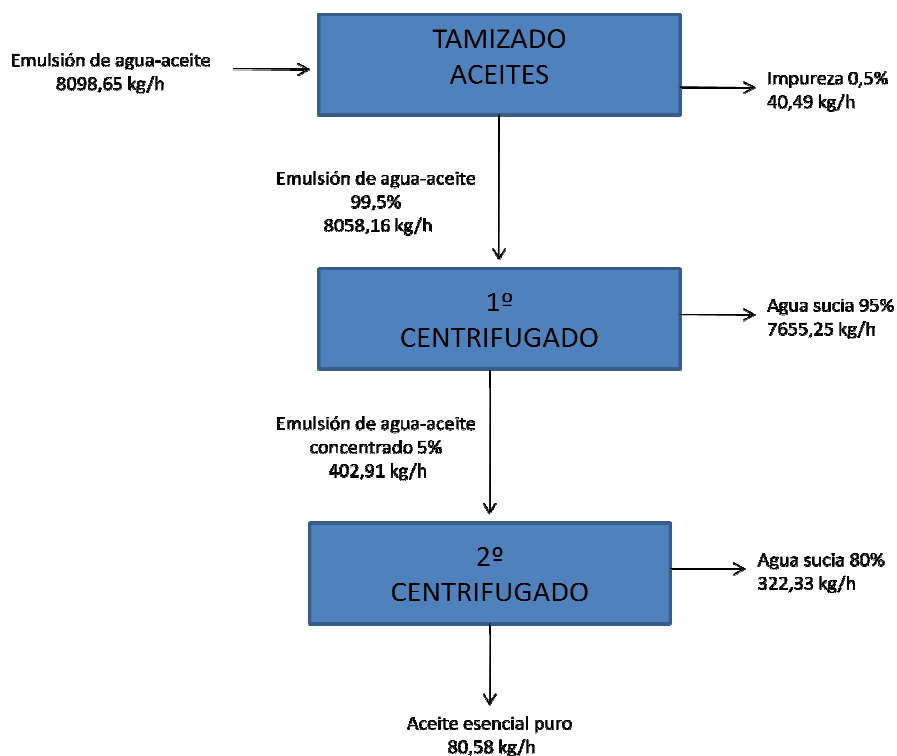
Resolviendo obtenemos:

JC= 8306,38 kg/h de jugo o zumo clarificado.

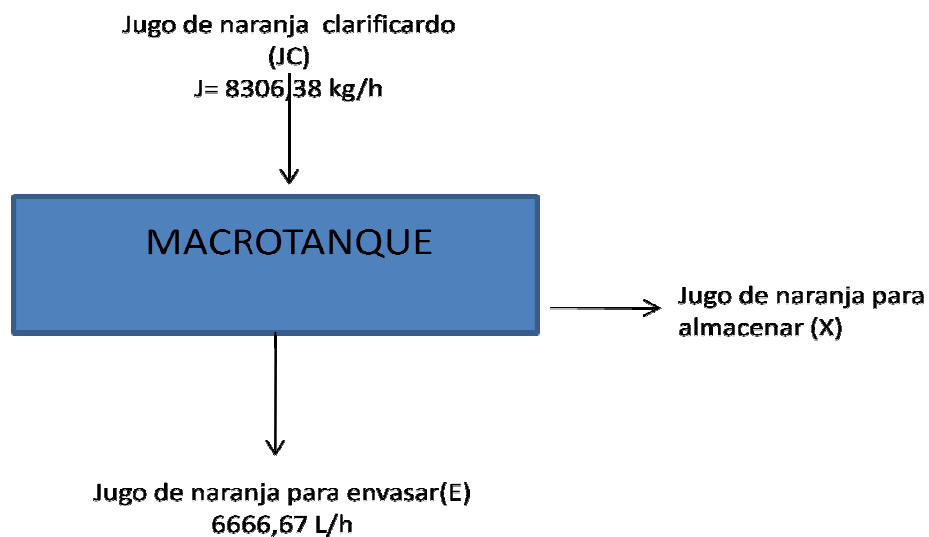
P= 691,45 kg/h de pulpa.

2.1.4. Balance de materia de los aceites esenciales.

Para la recuperación de los aceites esenciales, se hace un nuevo balance con el flujo entrante de emulsión de aceite en agua, 8098,65kg/h.



1.2.5. Balance de materia en el macrotanque



$$JC = E + X$$

Balance de materia total

$$8306,38 \text{ kg/h} / 1,045 \text{ kg/h} = 7948,69 \text{ L/h}$$



$$X = JC - E$$

$$X = 7948,69 \text{ L/h} - 6666,67 \text{ L/h}$$

X = 1282,02 L/h de zumo clarificado se va acumulando en el macrotanque, que durante 204 días, 14h/día hacen un total de 36.614.581,64 litros.

2.2. Resultado de dimensionado:

En la siguiente tabla se muestra el listado de equipos requeridos para el proceso, con sus respectivas especificaciones:



Equipo	Capacidad o flujo de diseño. (kg/h)	Requerimiento 100% (kg/h)	Número de máquina teórica	Número de máquina real	Especificaciones adicionales
Acumulador	23.000	21111,11	1	1	
Cinta transportadora	23.000	21111,11	1	1	
Lavadora	20.000	21111,11	1.05	1	Se pondrá solo 1 máquina para no sobredimensionar demasiado. Se colocará un sensor que parará el movimiento de la cinta transportadora para evitar que entre más fruta cuando la lavadora esté llena.
Elevador	20.000	21005,56	1,05	1	Optaremos por colocar 1 sola máquina, puesto que la calidad del elevador es del 99,9% y por lo tanto es poco probable que falle. De esta manera también ahorraremos costes.
Mesa de selección	23.000	21005,56	1	1	
Calibrador	20.000	19955,28	1	1	



Proceso industrial de elaboración de zumo de naranja

Junio 2015
Virginia Barrera Naranjo

Extractor	3600	19955,28	5,54	6	Se colocaran 6 extractores. De esta manera, en el caso de que una de las maquinas fallaras, siempre podríamos seguir produciendo las cantidad de zumo requerida.
Homogenizador	8.360	8979,88	1,07	1	
Tamiz de zumo	4.000	8979,88	2,25	3	
Tamiz emulsión aceite-agua	3000	8098,65	2,68	3	
Centrifuga emulsión aceite-agua	2.500	8058,16	3,22	4	
Centrifuga clarificadora	500	402,91	1	1	
Aireador	4.180	7948,69	2	2	
Pasteurizador	4.180	7948,69	2	2	
Macrotanque	1.000.000l	36.614.58,64l	3,66	4	
Envasador	6000L/h	6666,66L/h	1,11	1	Optaremos por colocar 1 sola máquina para ahorrar costes



3. Cálculo de la distribución en planta

3.1. Superficie del proceso industrial.

Como ya se dijo en la memoria descriptiva, el proceso se divide en cuatro zonas :

- Zona de recepción.
- Zona de elaboración.
- Zona de envasado.
- Zona de recuperación de aceites esenciales.
- Zona de almacenamiento de producto y desechos.

Para realizar una estimación de la superficie necesaria para cada una de las zonas calculamos la superficie estática, la gravitacional y la de evolución, obteniéndose el área total necesaria como suma de todas ellas:

- Superficie estática (Se): Es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
- Superficie de gravitación (Sg): Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$Sg = Se \times R$$

- Superficie de evolución (Sv): Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención.

$$Sv = (Se + Sg)(K)$$

- Superficie total = Sumatoria de todas las superficies
- K (Coeficiente constante): Coeficiente que puede variar desde 0.05 a 3 dependiendo de la razón de la empresa:



•

Razón de la empresa	Coefficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
Trabajo en cadena, transporte mecánico	0,10 - 0,25
Textil - Hilado	0,05 - 0,25
Textil - Tejido	0,05 - 0,25
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria mecánica pequeña	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

Ilustración 1- Tabla de coeficiente K

En nuestro caso, al tratarse de una industria alimenticia/trabajo en cadena se tomara como coeficiente K igual a 0,10.

Zona de recepción.

- Acumulador.

Se dispone de 1 acumulador para la recepción de la fruta. En dichas acumulador se guardará la fruta a la espera de ser manipulada. Las dimensiones de este son de 4.000 x3.000 x1.800 mm.

Para abastecer a la planta de materia prima, se estima la recepción de entre 4 y 5 camiones diarios. Cada camión transporta alrededor de 20 toneladas.

Para calcular la superficie requerida, sumamos la superficie estática, la gravitacional, y la de evolución.

$$ST = Se + Sg + Sv$$

$$Sg = Se \times R$$

$$Sv = (Se + Sg) \times k$$

Donde:

-R: N° de lados accesibles de la maquina.

-k: Coeficiente que varía según la industria. En nuestro caso será $k = 0,1$.



Aplicando estas formulas, obtenemos:

$$Se = 3,0m \times 4,0m = 12m^2.$$

$$Sg = Se \times R = 12 \times 2 = 24 m^2$$

$$Sv = (Se + Sg) \times k = (12+24) \times 0,1 = 3,6m^2$$

$$ST \text{ acumulador} = Se + Sg + Sv = \mathbf{39,6 m^2}$$

- Cinta transportadora.

.

$$ST = Se + Sg + Sv$$

$$Sg = Se \times R$$

$$Sv = (Se + Sg) \times k$$

$$Se = 6,0m \times 1,8m = 10,8m^2.$$

$$Sg = Se \times R = 10,8 \times 2 = 21,8 m^2$$

$$Sv = (Se + Sg) \times k = (10,8+ 21,8) \times 0,1 = 3.26m^2$$

$$ST \text{ cinta trans.} = Se + Sg + Sv = \mathbf{35,9 m^2}$$

Aplicando estos mismos cálculos en cada una de las zonas, para cada uno de los equipos se obtiene:



Proceso industrial de elaboración de zumo de naranja

Junio 2015
Virginia Barrera Naranjo

	Equipo	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie estática (Se) $Se = L \cdot A$ (m ²)	R	Superficie de gravitación (Sg) $Sg = Se \cdot R$ (m ²)	Superficie de evolución (Sv) $Sv = (Se + Sg) \cdot k$ (m ²)	Superficie total (St) $St = Se + Sg + Sv$ (m ²)
ZONA DE RECEPCIÓN	Acumulador	3,00	4,00	12,00	2	24,00	3,60	39,60
	Cinta transportadora	6,00	1,80	10,80	2	21,60	3,24	35,64
	Lavadora	3,90	1,55	6,05	2	12,09	1,81	19,95
	Elevador	4,00	1,55	6,20	1	6,20	1,24	13,64
	Mesa de selección	4,00	1,33	5,32	4	21,28	2,66	29,26
	Calibrador	6,00	2,00	12,00	2	24,00	3,60	39,60
ZONA DE ELABORACIÓN	Extractor	1,21	1,56	1,89	2	3,78	0,57	6,23
	Homogenizador	1,75	0,65	1,14	2	2,28	0,34	3,75
	Tamiz de zumo	4,27	1,06	4,53	2	9,05	1,36	14,94
	Aireador	1,90	4,20	7,98	2	15,96	2,39	26,33
	Pasteurizador	2,00	1,80	3,60	2	7,20	1,08	11,88
	Macro tanque	8,00	8,00	64,00	2	128,00	19,20	211,20
ZONA DE ENVASADO	Envasador	5,30	8,28	43,88	2	87,77	13,17	144,82
Superficie total								596.84



Zona de recuperación de aceites esenciales:

	Equipo	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie estática (Se) $Se = L \cdot A$ (m ²)	R	Superficie de gravitación (Sg) $Sg = Se \cdot R$ (m ²)	Superficie de evolución (Sv) $Sv = (Se + Sg) \cdot k$ (m ²)	Superficie total (ST) $ST = Se + Sg + Sv$ (m ²)
ZONA DE RECUPERACIÓN DE ACEITES ESENCIALES	Tamizador Emulsión de aceite-agua	2,57	0,85	2,18	2	4,37	0,66	7,21
	Centrifuga Emulsión de aceite-agua	1,60	0,80	1,28	2	2,56	0,38	4,22
	Centrifuga clarificadora Emulsión de aceite-agua	1,00	0,60	0,60	2	1,20	0,18	1,98
	Superficie total							13,41

Zona de almacenamiento de producto y desechos:

	Equipo	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie estática (Se) $Se = L \cdot A$ (m ²)	R	Superficie de gravitación (Sg) $Sg = Se \cdot R$ (m ²)	Superficie de evolución (Sv) $Sv = (Se + Sg) \cdot k$ (m ²)	Superficie total (St) $ST = Se + Sg + Sv$ (m ²)
ZONA DE ALMACENAMIENTO	Almacenamiento producto terminado	15,60	17,00	265,20	1	265,20	53,04	583,44
	Tolva de desechos	10,00	4,00	40,00	1	40,00	8,00	88,00
	Superficie total							671,44

Por tanto, la superficie total necesaria será:

- Zona de elaboración de zumo: $St = 596,84 \text{ m}^2$
- Zona de recuperación de aceites esenciales: $St = 13,41 \text{ m}^2$
- Zona de almacenamiento: $St = 671,44 \text{ m}^2$

Lo que suma una superficie total de **1281,69 m²**.