

# Teoría y Cálculo de Estructuras Mineras y Energéticas

## Tema 3. Fabricación del hormigón II. Dosificación y amasado



**José Ramón Berasategui Moreno**  
**Noemí Barral Ramón**  
**Jokin Rico Arenal**

Departamento de Transportes y Tecnología  
de Proyectos y Procesos

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



### MANIPULACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN



**PLANTA FIJA DE GRAVA CEMENTO PARA UNA PRODUCCION DE 250 t/h.**

### ÁRIDOS

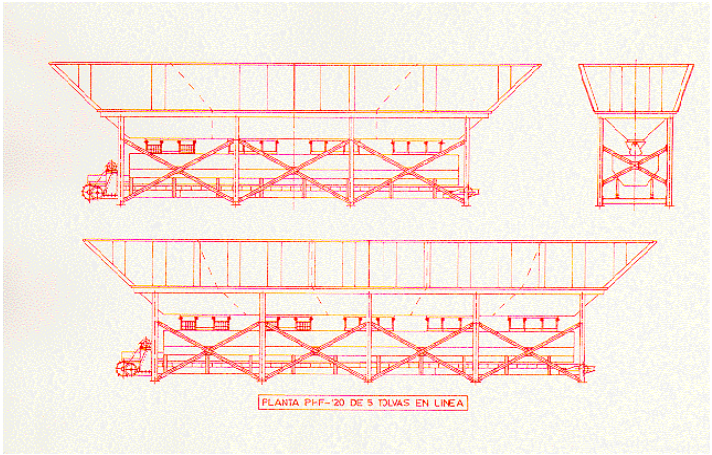
TOLVAS PARA DOSIFICACION DE ÁRIDOS:

- Tolvas en linea.
- Tolvas en cruz.
- Tolvas en sectores circulares.
- Tolvas en estrella.

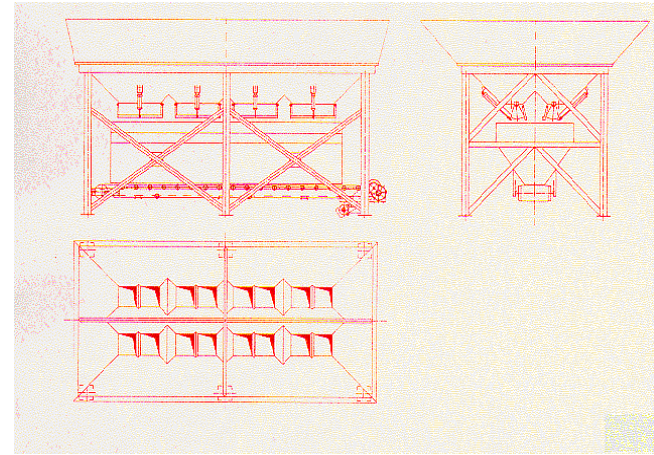


### ÁRIDOS

#### 4-5 TOLVAS EN LÍNEA



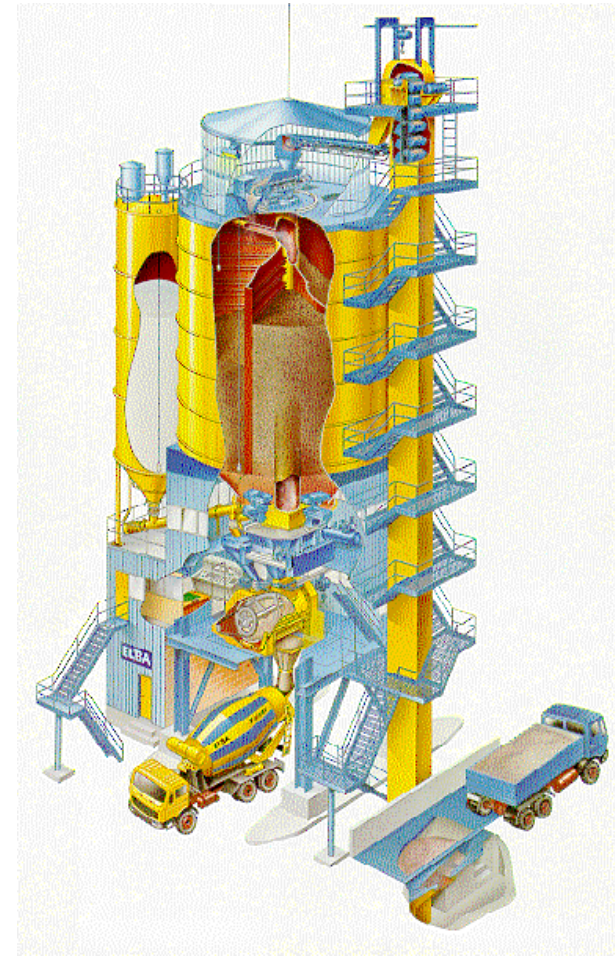
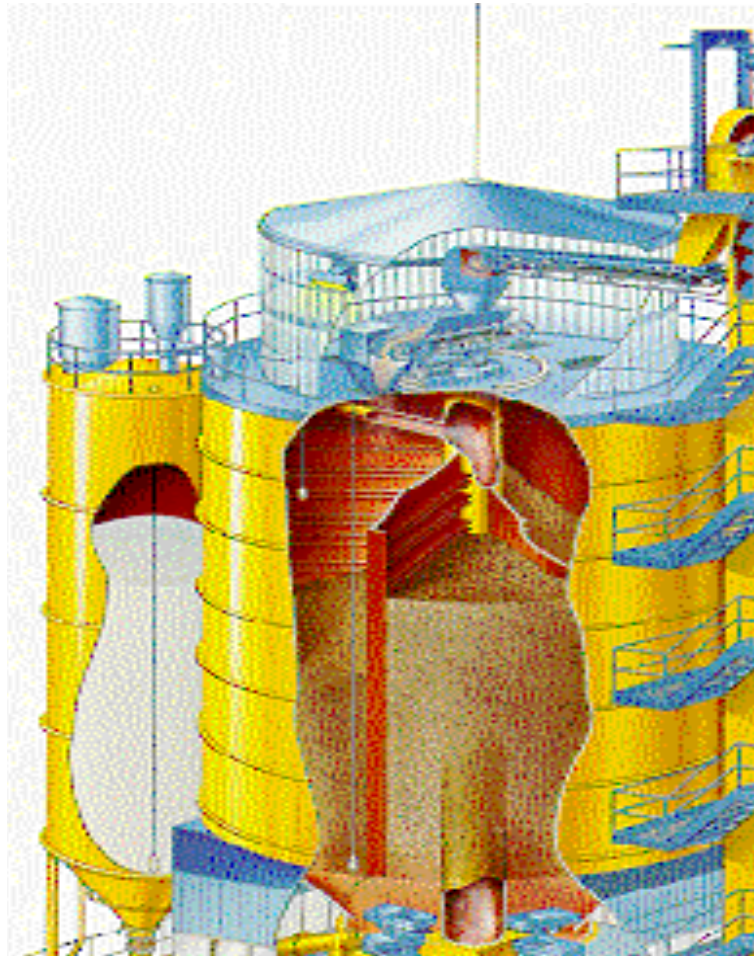
#### 4 TOLVAS EN CRUZ





### ÁRIDOS

TOLVAS EN SECTORES CIRCULARES.



### ÁRIDOS

TOLVAS EN ESTRELLA.





## ÁRIDOS

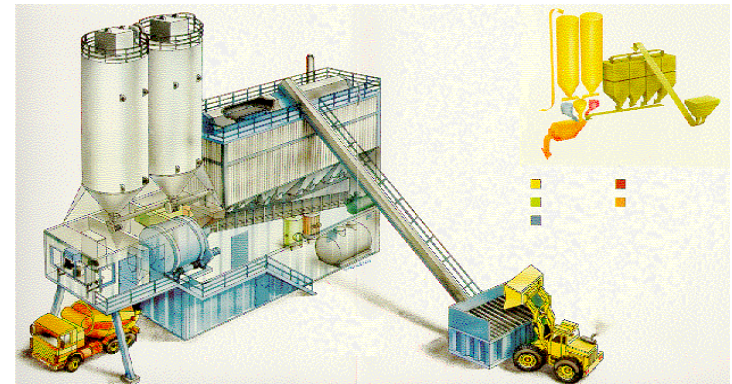
### **SISTEMA CARGA DE TOLVAS DOSIFICADORAS:**

#### **A. CON PALA DE RUEDAS:**

- Cinta elevación + Canaleta giratoria (Tolvas en cruz, en estrella, plantas torre).
- Cinta elevación giratoria (Tolvas en línea, capacidad media).
- Cinta elevación + Cinta reversible (Tolvas en línea de gran capacidad).
- Elevador de cangilones + Canaleta giratoria (Tolvas en cruz de gran capacidad, plantas torre).
- Una cinta para cada árido (Tolvas en línea de pequeña capacidad).

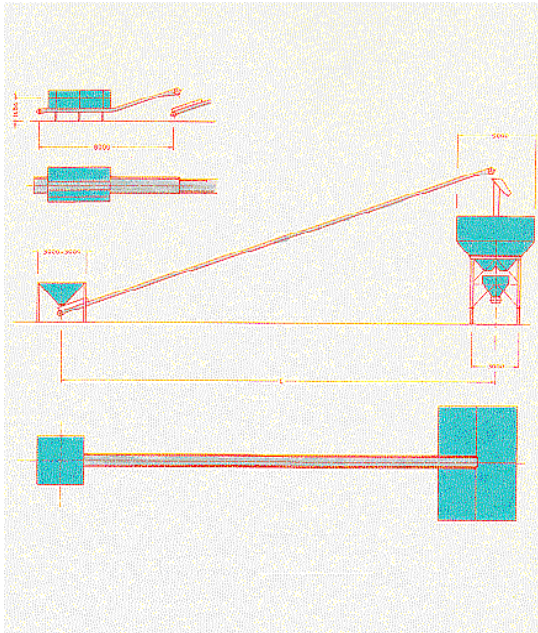
#### **B. SIN PALA DE RUEDAS:**

- Con SCRAPPER.
  - Manual.
  - Automático.
- Con TRANSFER + Cinta fija + Canaleta G.
- Con TRANSFER + Cinta giratoria.
- Con TRANSFER + Cinta fija + Cinta reversible.
- Carga directa de camiones.

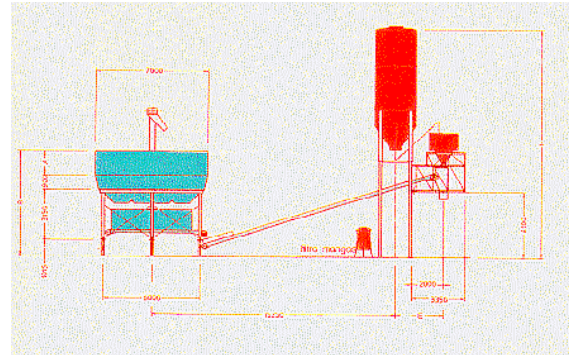


## ÁRIDOS

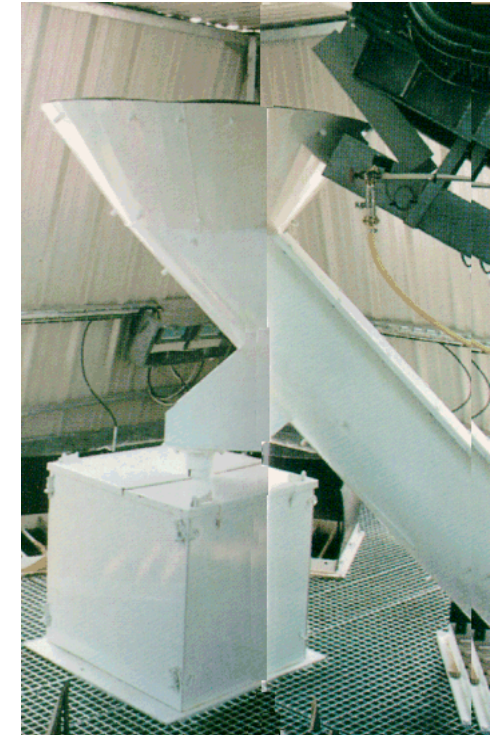
### SISTEMA DE CARGA CON CINTA ELEVADORA Y CANALETA GIRATORIA



### 4 TOLVAS EN CRUZ CON CANALETA GIRATORIA

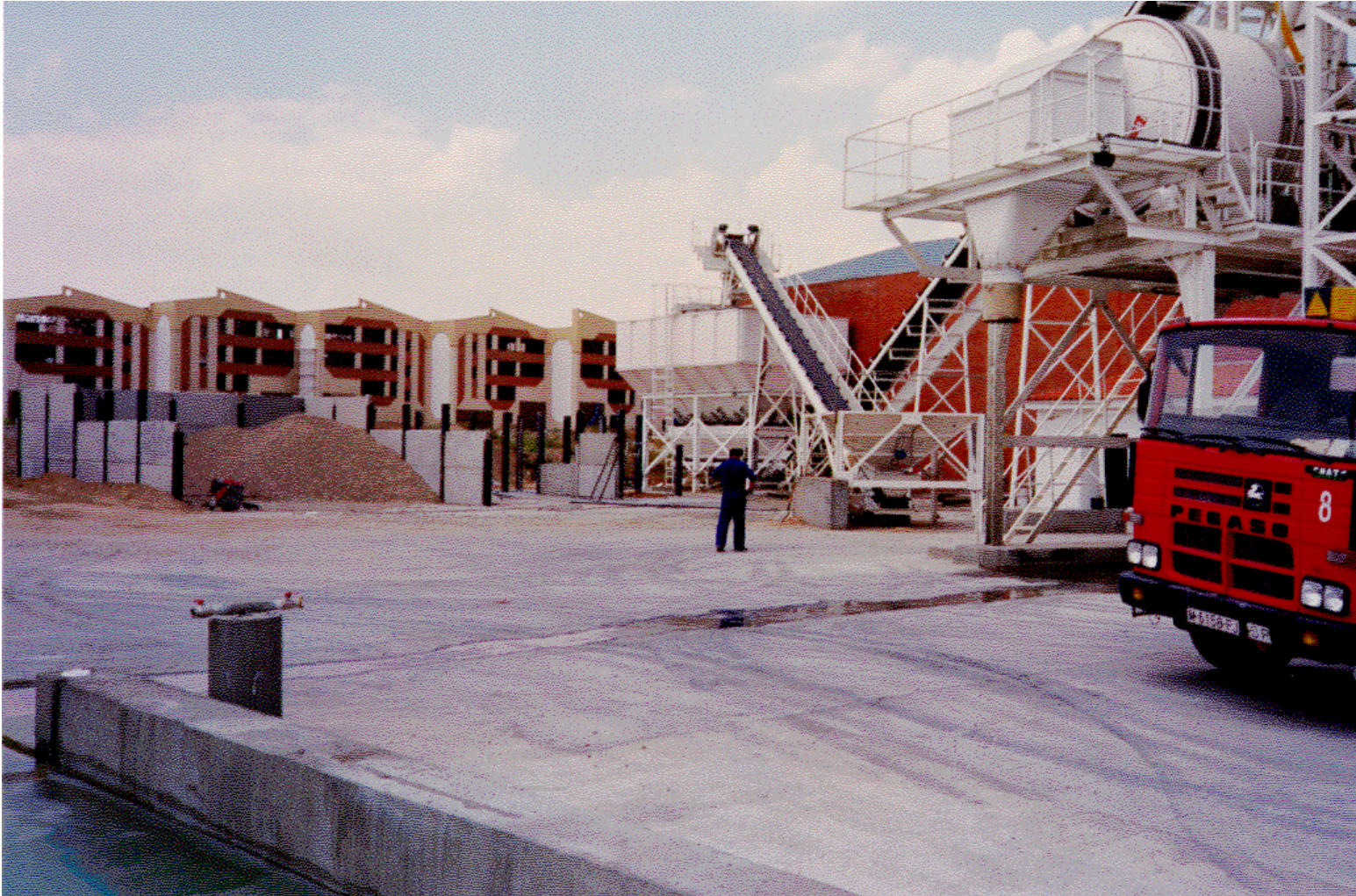


### CANALETA GIRATORIA





### ÁRIDOS



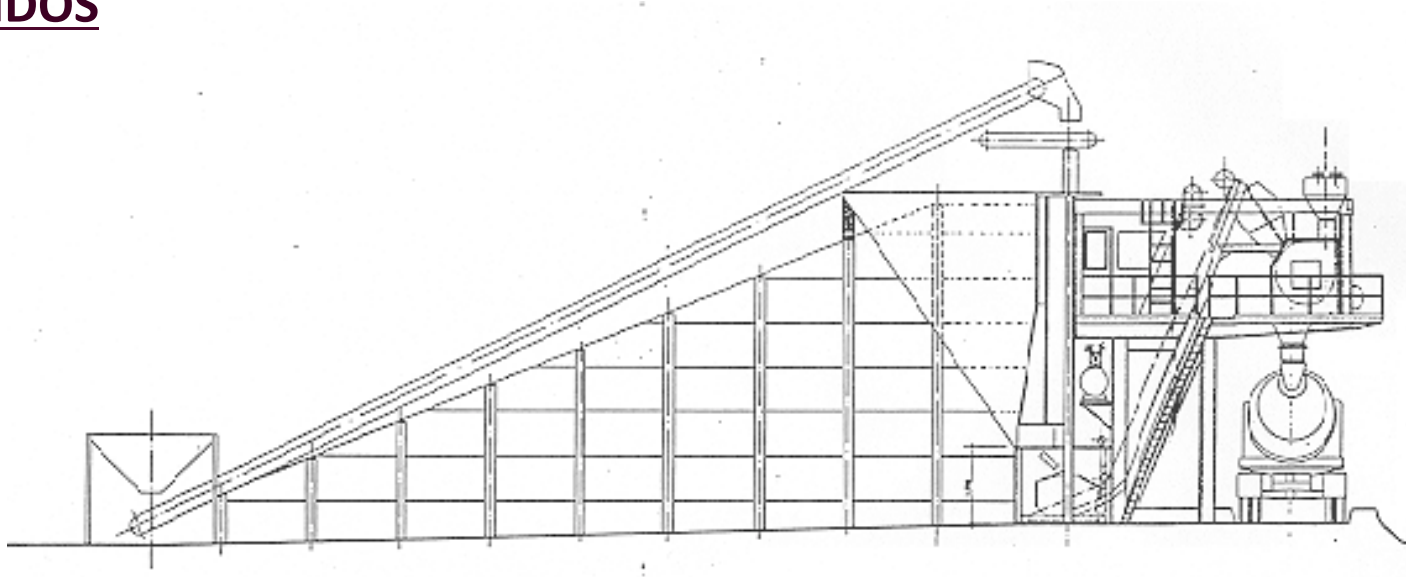


### ÁRIDOS



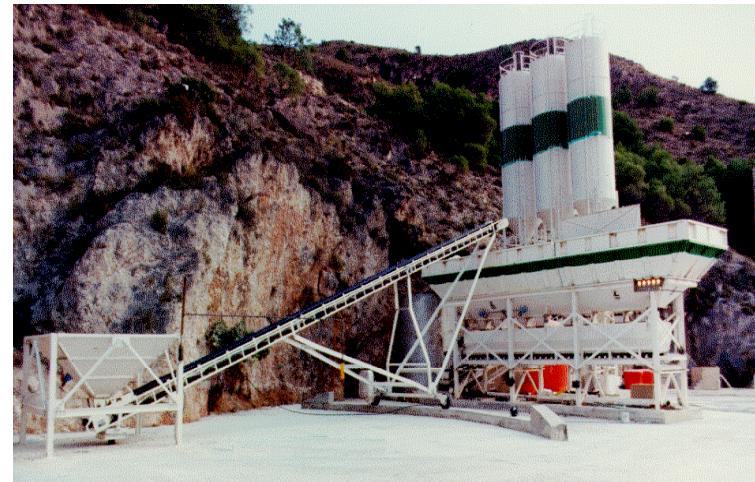
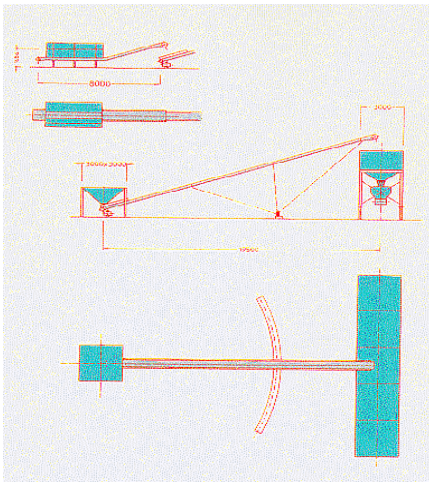


### ÁRIDOS



## ÁRIDOS

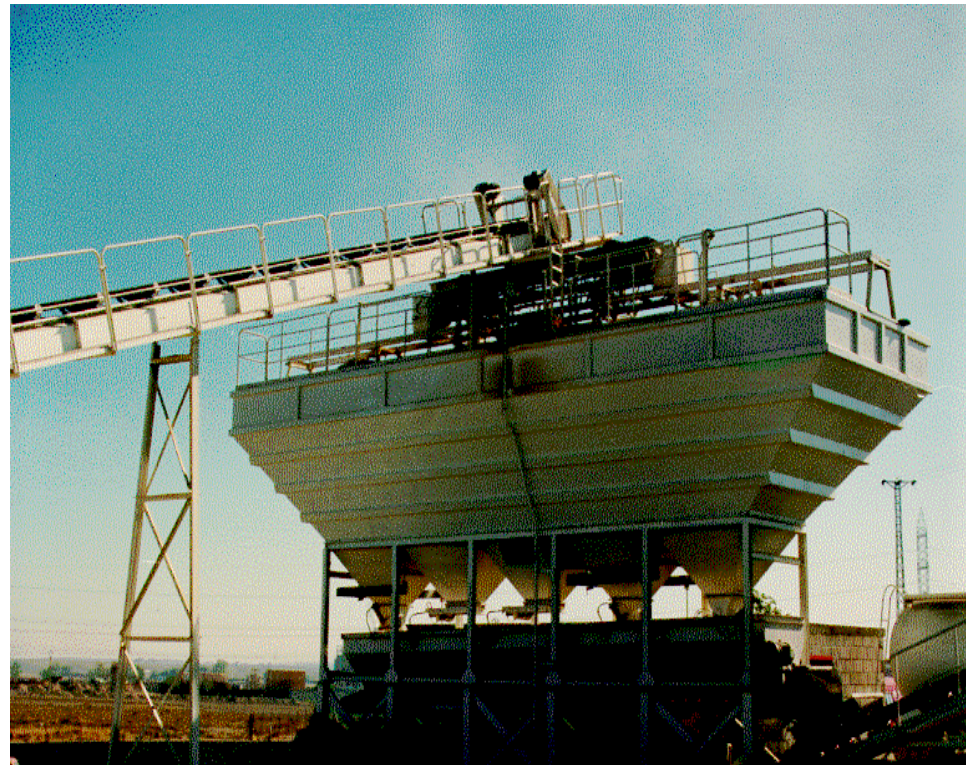
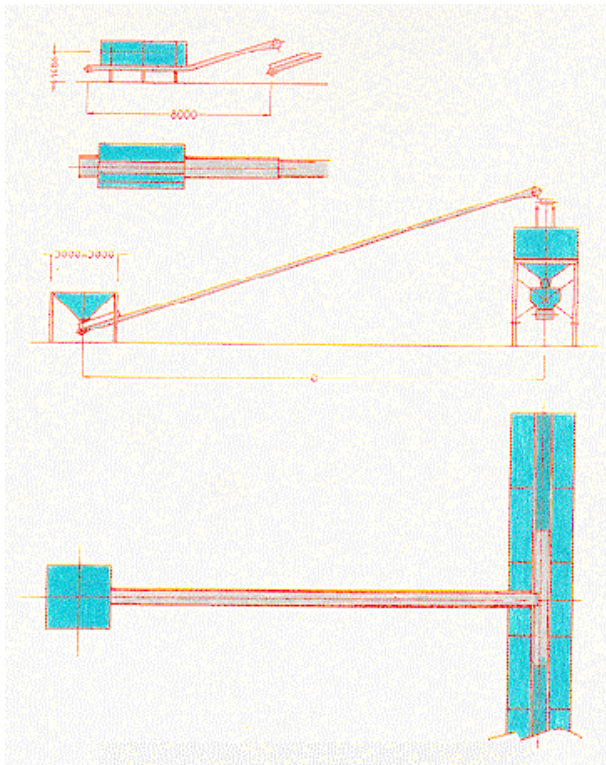
### SISTEMA DE CARGA CON CINTA GIRATORIA (Planta con 5 tolvas)



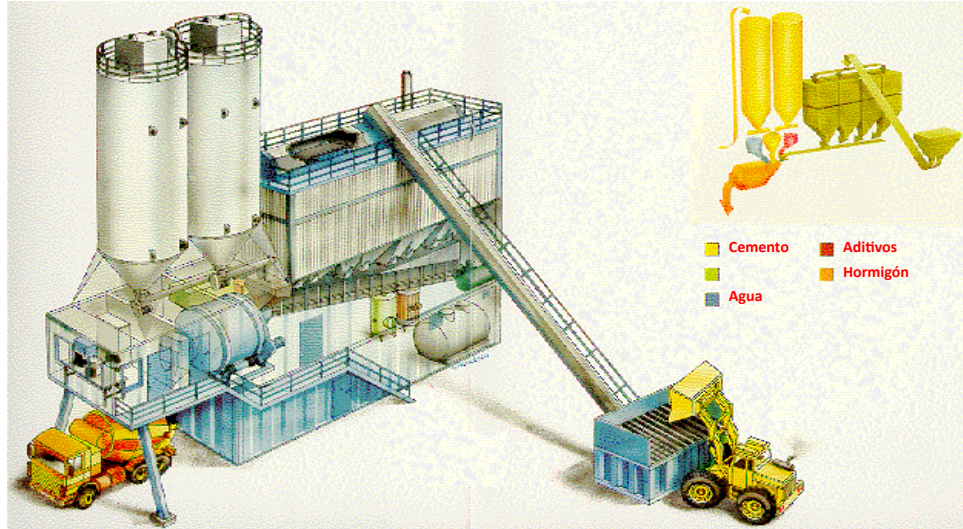


## ÁRIDOS

### SISTEMA DE CARGA CON CINTA DE ELEVACIÓN + REPARTIDORA REVERSIBLE (Planta de 5 tolvas en línea)



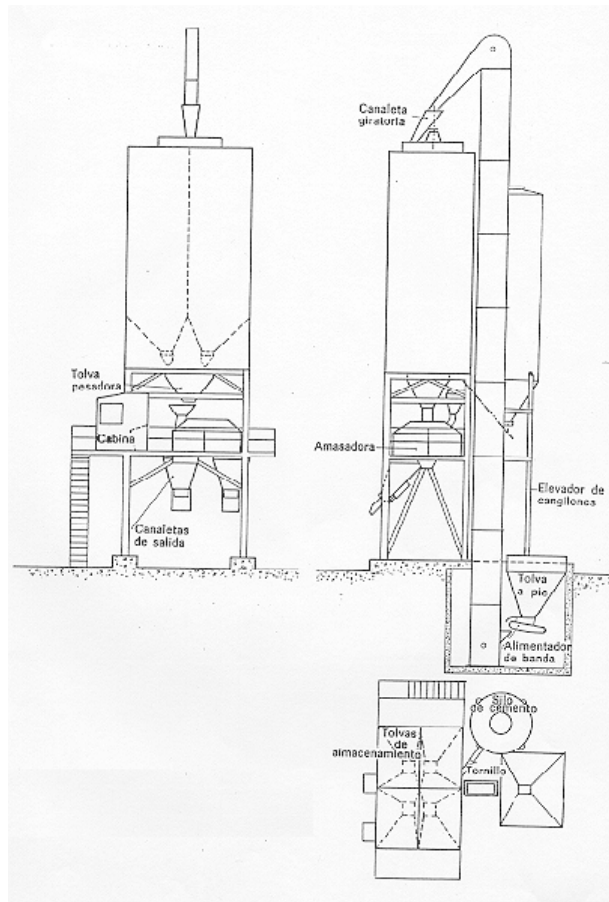
### ÁRIDOS





### ÁRIDOS

### CENTRAL TORRE ELEVADOR DE CANGILONES CON CANALETA GIRATORIA



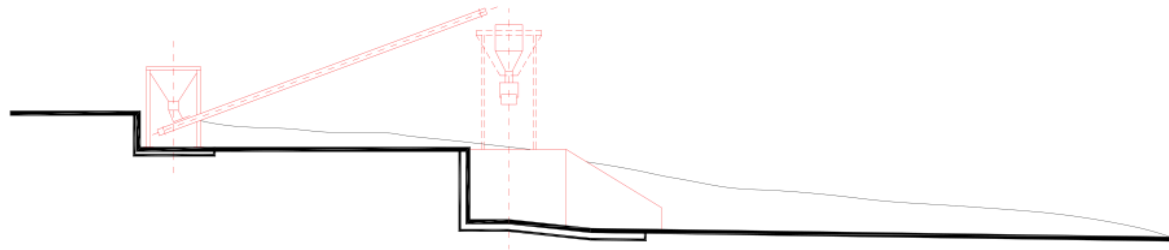
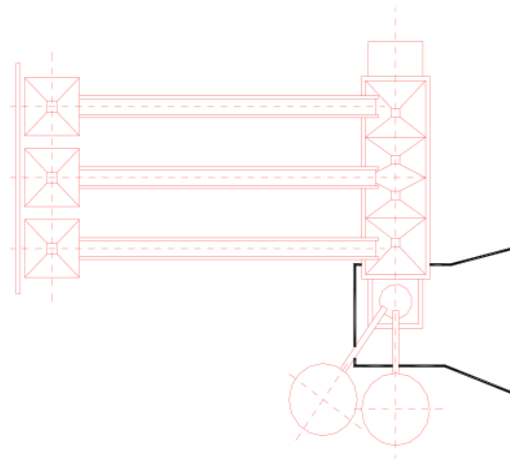
### ÁRIDOS





### ÁRIDOS

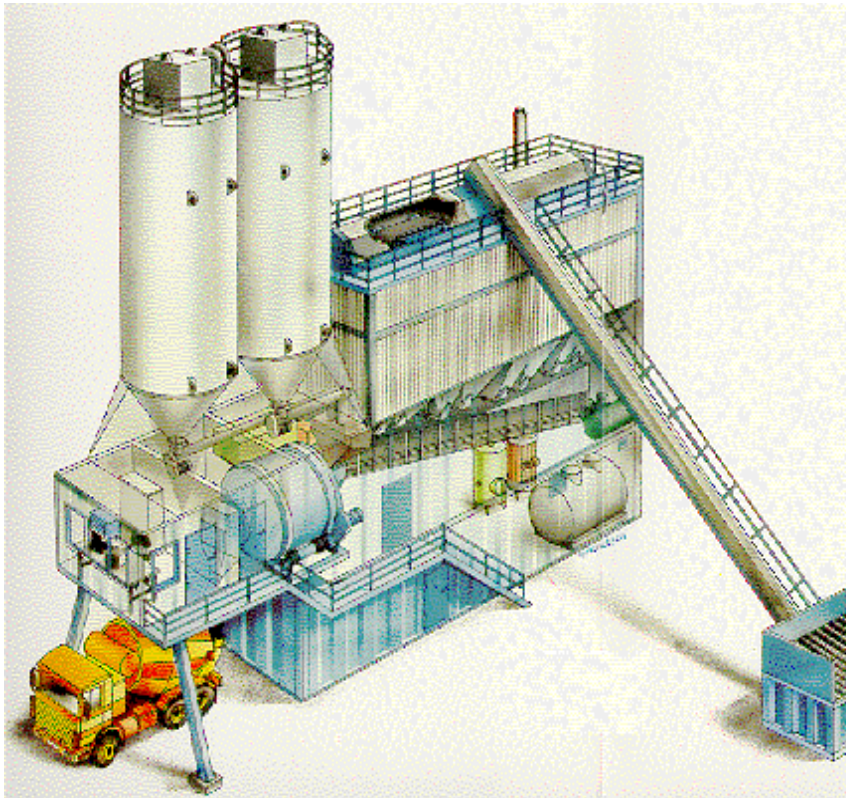
### SISTEMA DE CARGA CON CINTA DE ELEVACIÓN PARA CADA ÁRIDO (Planta de 3 tolvas en línea)



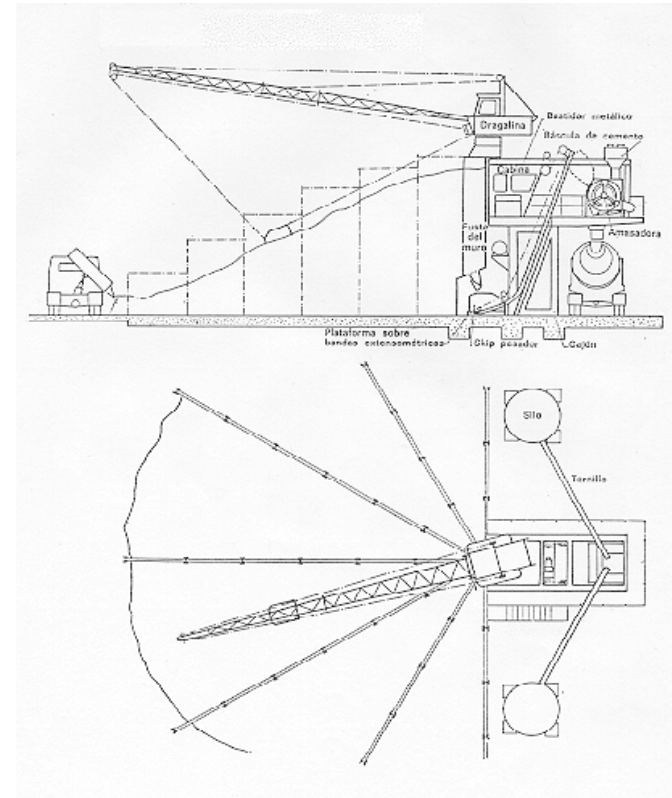
**ÁRIDOS**

**SISTEMA DE CARGA SIN PALA DE RUEDAS**

**CON “TRANSFER”**



**CON “SCRAPER”**





## ÁRIDOS

### ELEMENTOS DE ELEVACIÓN DE ÁRIDOS:

- **Scraper.**
- **Skip por cable.**
- **Elevador de cangilones.**
- **Cintas transportadoras.**

ÁRIDOS

ELEMENTOS DE ELEVACIÓN DE ÁRIDOS:  
SCRAPER

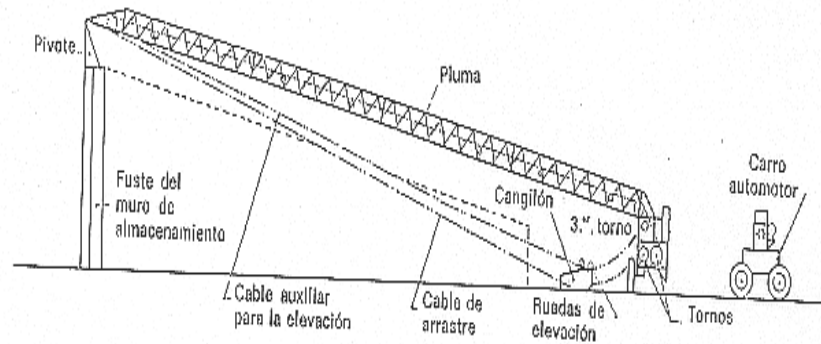
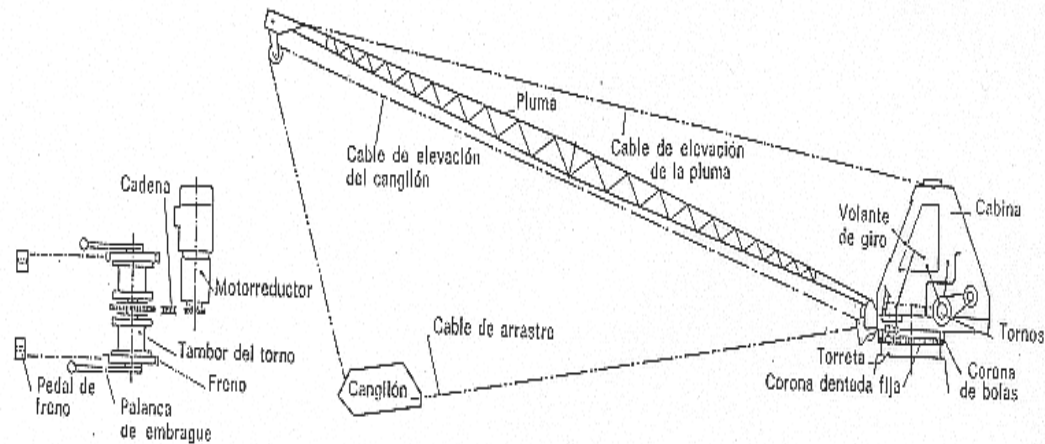


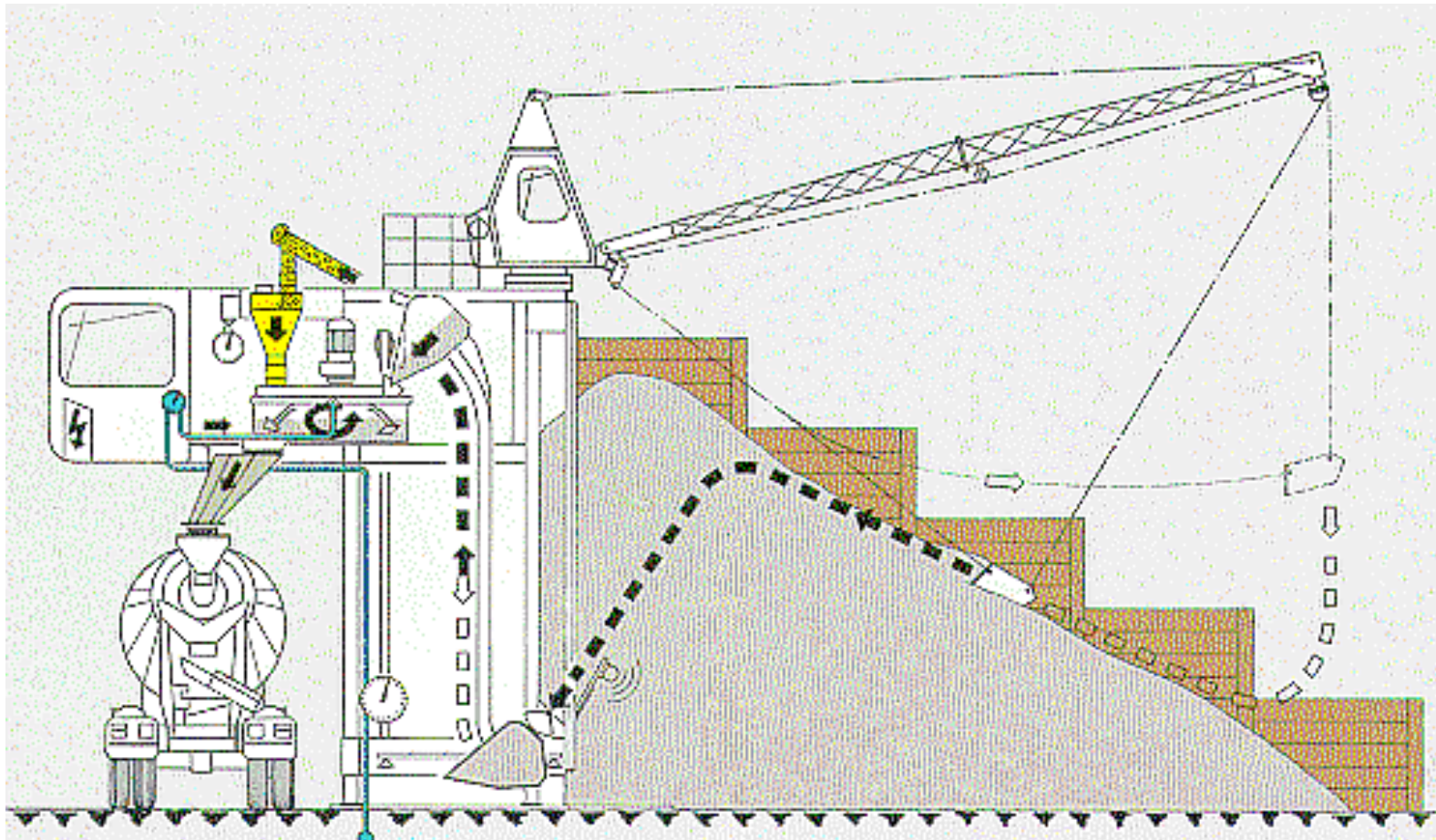
FIG. 32.—Scraper de mástil automático (según doc. MECALTON).





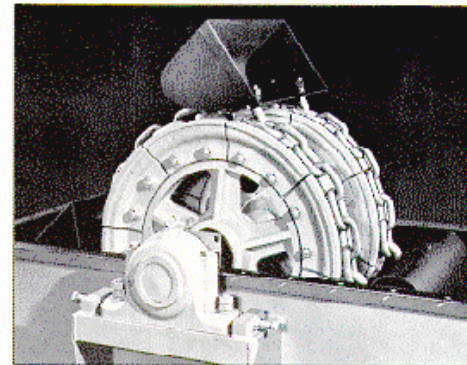
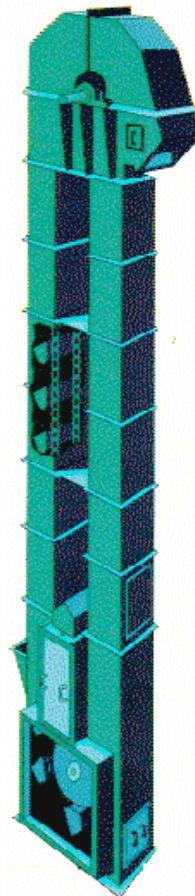
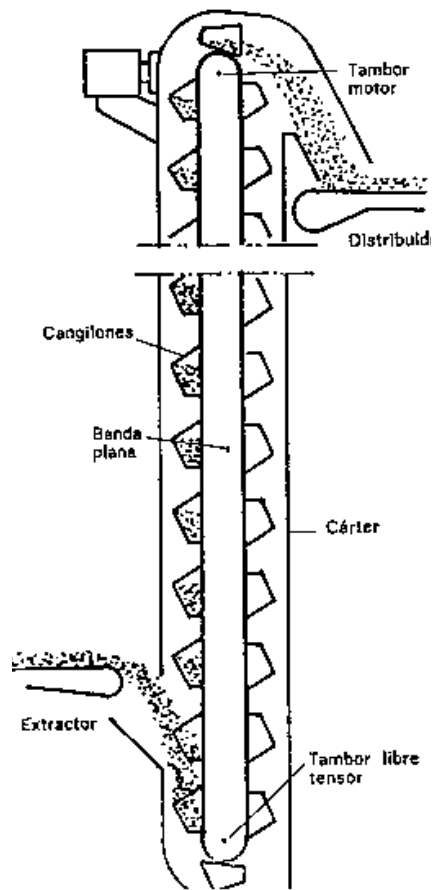
### ÁRIDOS

### ELEMENTOS DE ELEVACIÓN DE ÁRIDOS: SKIP POR CABLE



**ÁRIDOS**

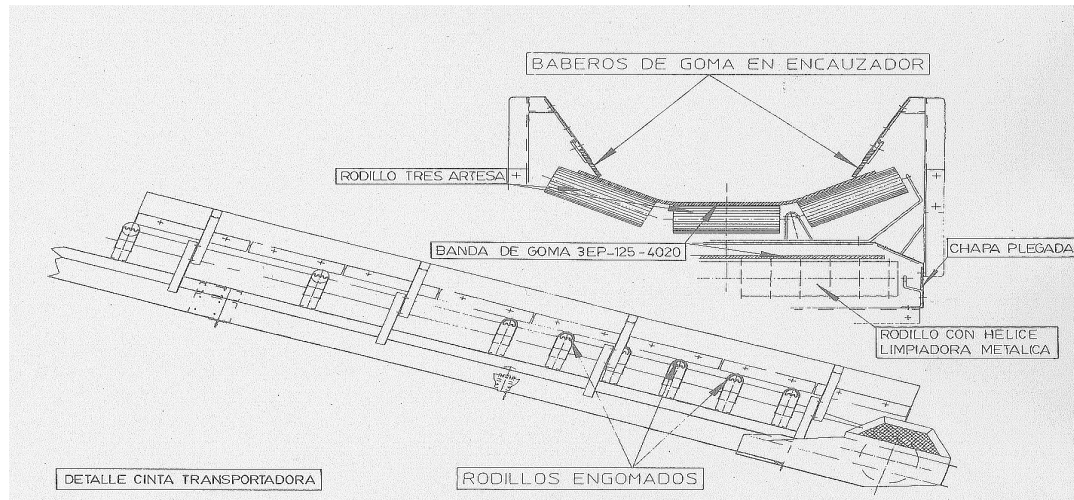
**ELEMENTOS DE ELEVACIÓN DE ÁRIDOS:  
ELEVADOR DE CANGILONES**





## ÁRIDOS

### ELEMENTOS DE ELEVACIÓN DE ÁRIDOS: CINTAS TRANSPORTADORAS



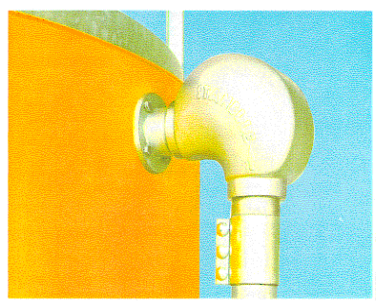
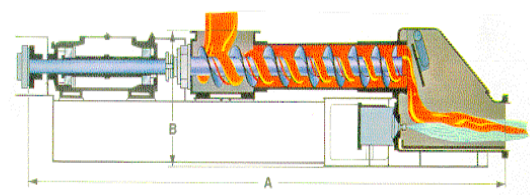
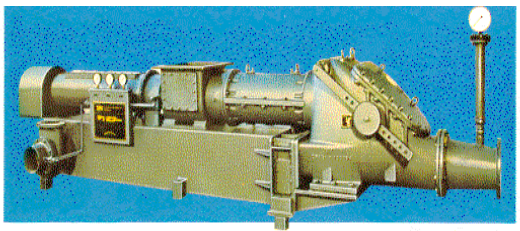
### CEMENTO



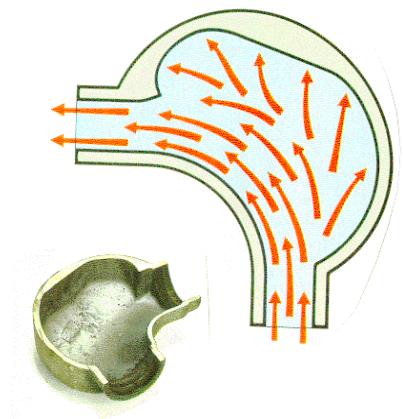
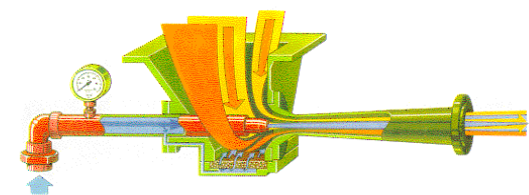
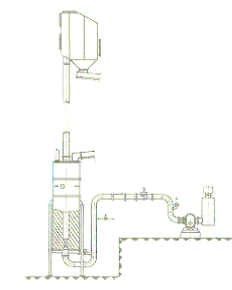
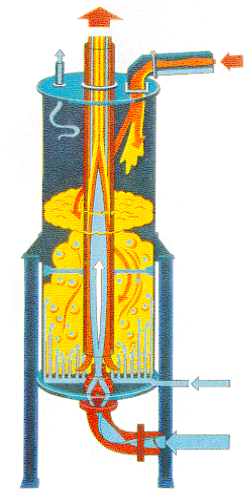


### CEMENTO

#### BOMBA FULLER

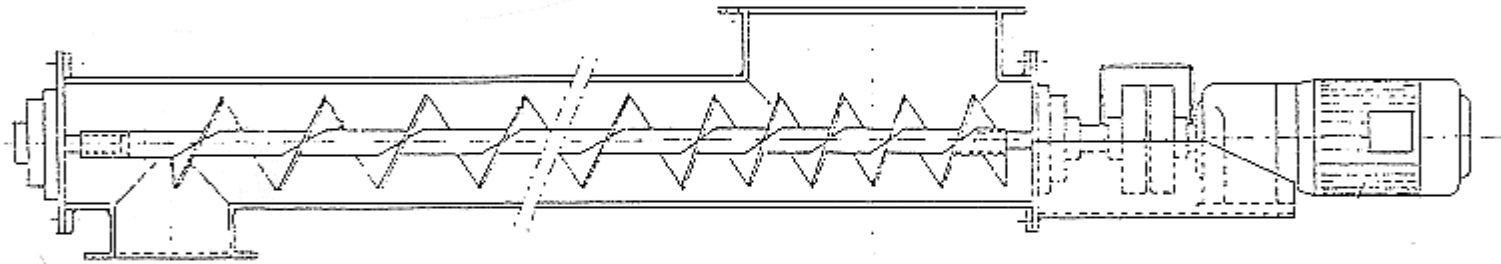


#### AIRLIFT

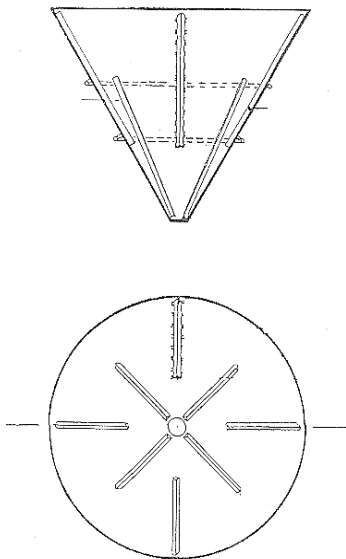


### CEMENTO

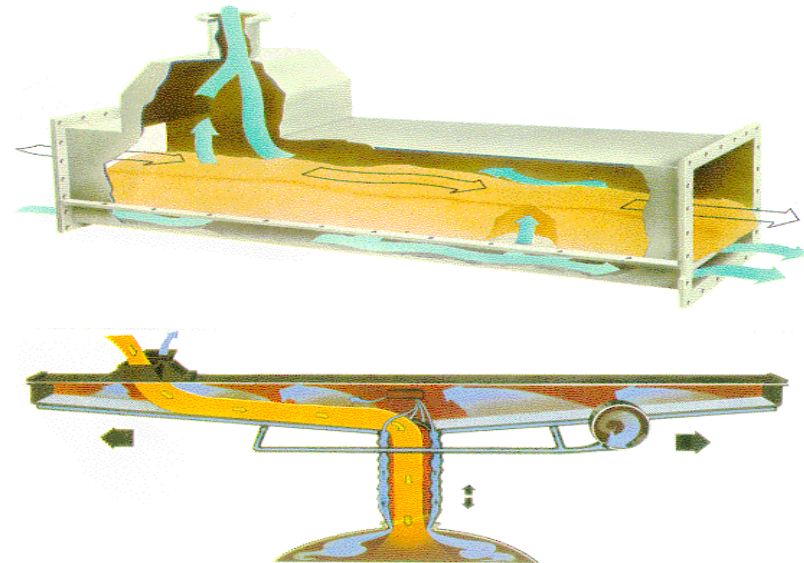
#### TORNILLOS SINFIN



#### FLUIDIFICACIÓN



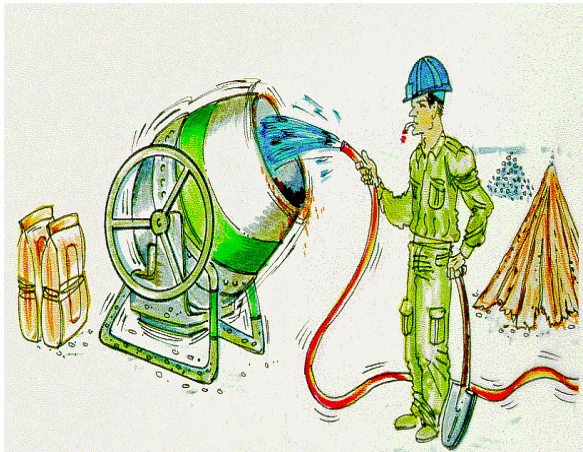
#### AERODESLIZADOR





### DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN

#### HORMIGONES DE OBRA



#### HORMIGÓN POR VOLUMEN

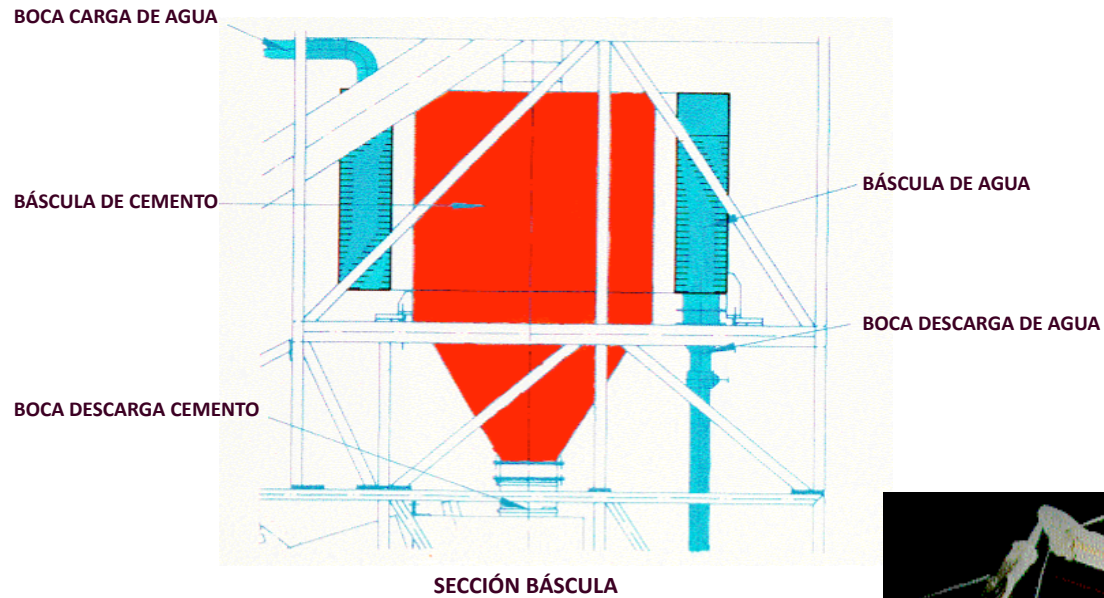


Planta fija de grava cemento para una producción de 250 t/h.

#### HORMIGONES POR PESO



### BÁSCULA CEMENTO Y AGUA





## DOSIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS: Volumétrica o por Peso (ponderal)

- Báscula cinta pesadora.
- Báscula con skyp.
- Báscula de tolva.



## TOLERANCIA DE BÁSCULAS SEGÚN EHE

### • CEMENTO:

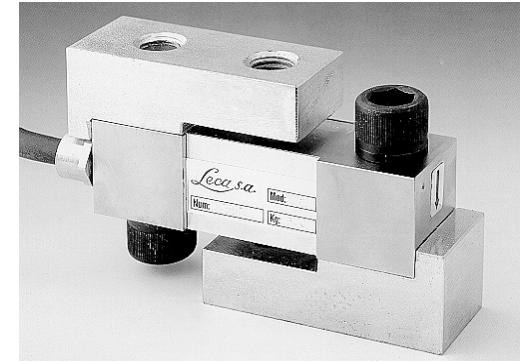
- Peso superior 30% total Báscula  $\pm 1\%$
- Peso inferior 30% total Báscula  $0\% - 4\%$

### • ÁRIDOS:

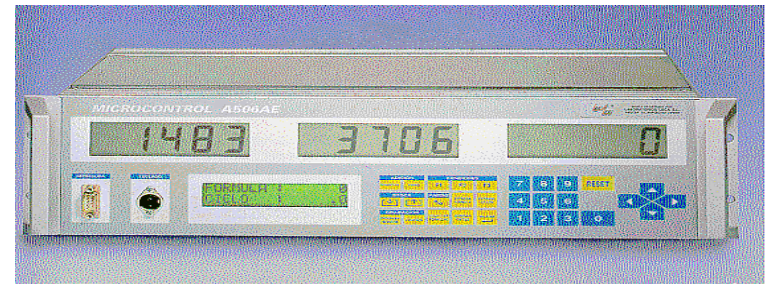
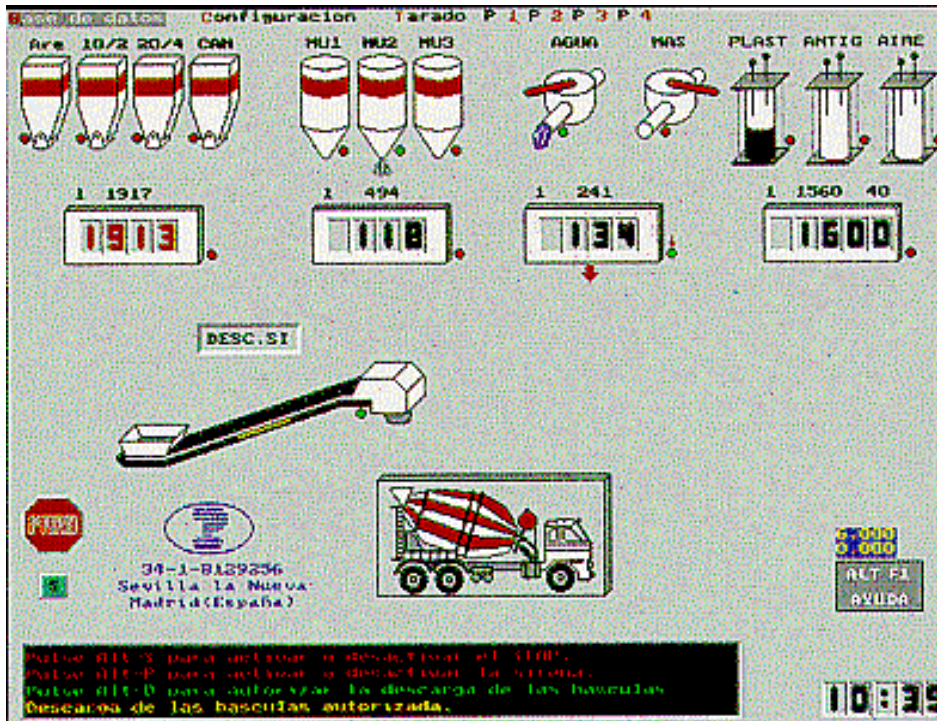
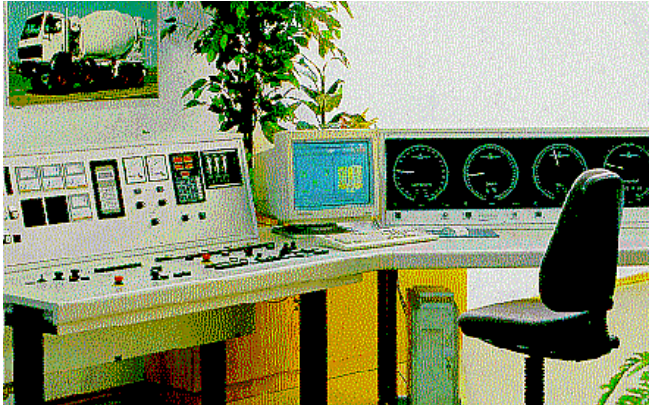
- Por fracción de árido  $\pm 2\%$
- Peso superior 30% total Báscula  $\pm 1\%$
- Peso entre 15 % - 30 % total Báscula  $\pm 3\%$
- Peso inferior 15 % total Báscula  $\pm 0,5\%$  Fondo Escala.

### • AGUA:

- En todos los casos  $E = 1\%$ .
- Agua total amasado tolerancia =  $\pm 3\%$ .
- AGUA TOTAL: Agua de amasado + Agua de absorción + Agua superficie.









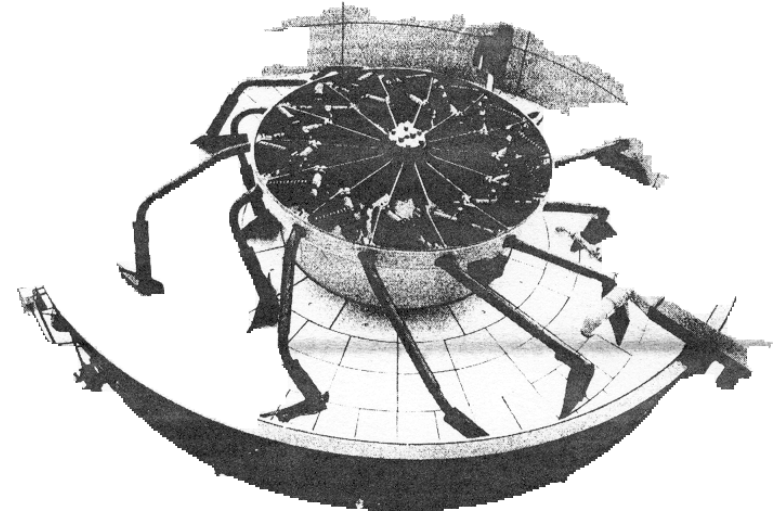




### COMPONENTES DE LA PLANTA

- **AMASADO:**

- Hormigoneras.
- Amasadoras (forzadas).



# AMASADO DEL HORMIGÓN

A MANO

CON MÁQUINA

EJE HORIZONTAL

EJE VERTICAL

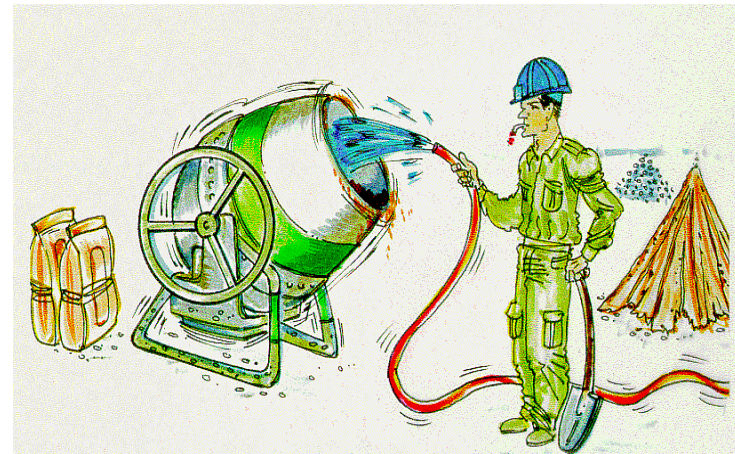
EJE BASCULANTE  
(HORMIGONERA)

AMASADO  
NORMAL  
(HORMIGONERA)

AMASADO  
FORZADO

CUBA  
FIJA

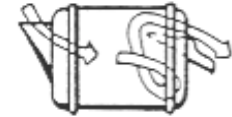
CUBA  
MÓVIL





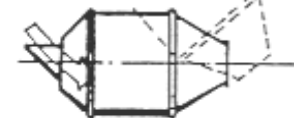
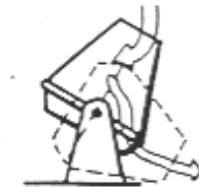
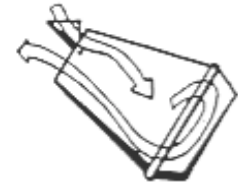
• **HORMIGONERA:**

- Tambor cilindrico descarga por inversión de marcha.



• **HORMIGONERA:**

- Bicónica, descarga por inversión de marcha.
- Bicónica, descarga por basculamiento con pérdida de altura de carga.
- Bicónica, descarga por basculamiento sin pérdida de altura de carga.



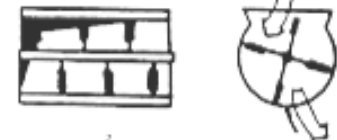
• **AMASADORA:**

- Eje vertical, cuba fija y brazos agitadores.
- Eje vertical, cuba fija y cruceta con brazos agitadores.
- Eje vertical, cuba giratoria y cruceta sin brazos agitadores.
- Eje vertical, cuba giratoria y cruceta con brazos agitadores y dispositivo de turbulencia.



• **AMASADORA:**

- 1 eje horizontal.
- 2 ejes horizontales.

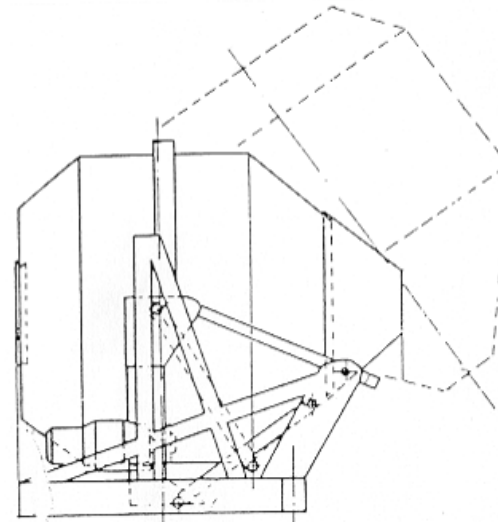




## HORMIGONERA BASCULANTE

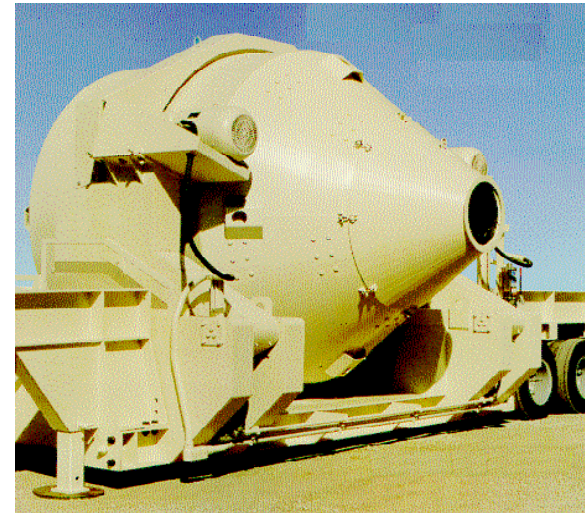
### • RELACIÓN DE GIRO:

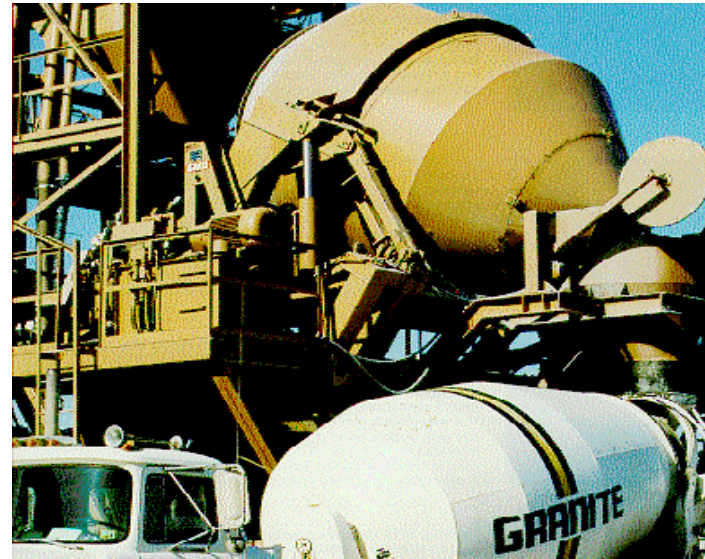
- $Dn^2 = 350$  a  $450$ .
- $D$  = diámetro.
- $n$  = r.p.m.



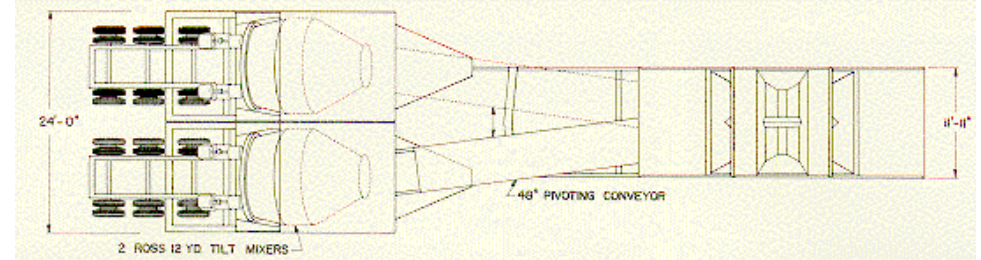
### • TIEMPO DE AMASADO:

- $t = 120 \sqrt{D}$
- $D$  = en metros.
- $t$  = segundos.







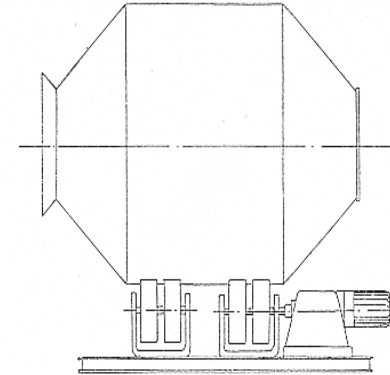
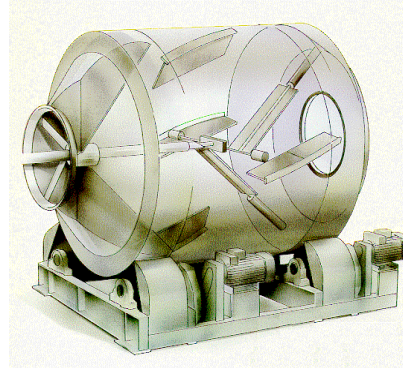


## HORMIGONERAS EJE HORIZONTAL

### • RELACIÓN DE GIRO:

-  $Dn^2 = 350 \text{ a } 450.$

-  $N = \frac{20}{\sqrt{D}}$

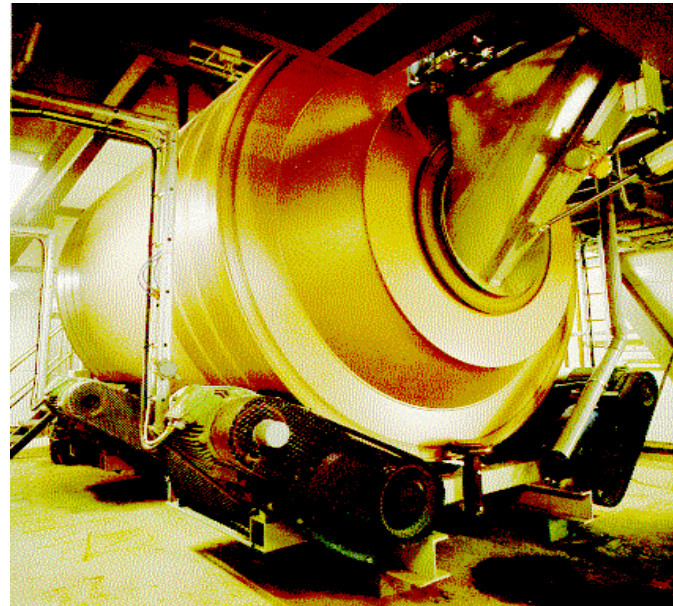


### • TIEMPO DE AMASADO:

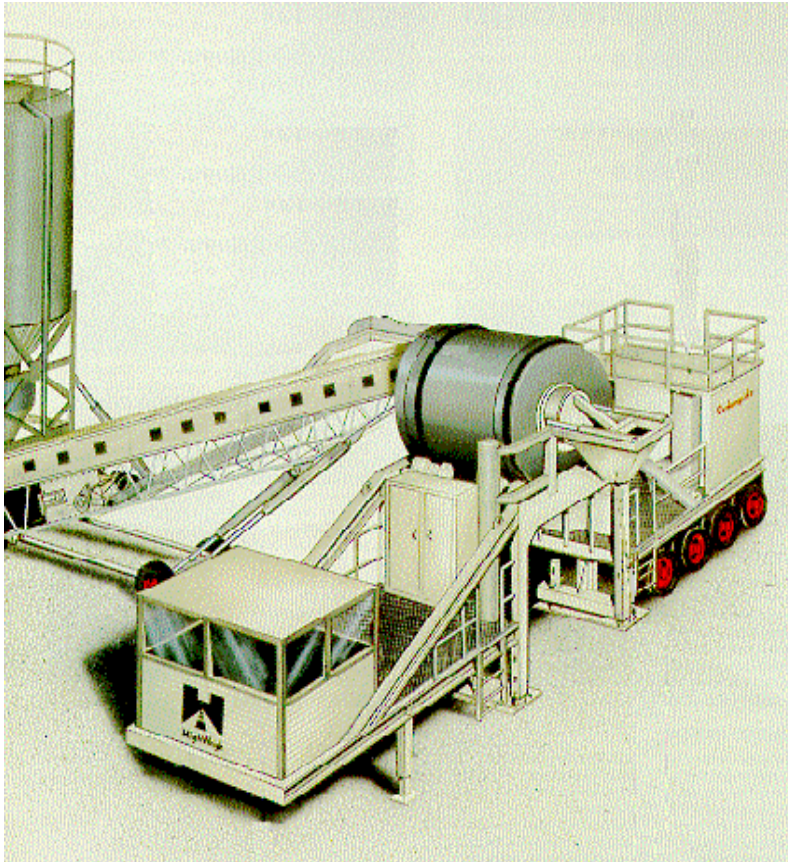
-  $t = 90\sqrt{D}$

- D = en metros.

- t = segundos.











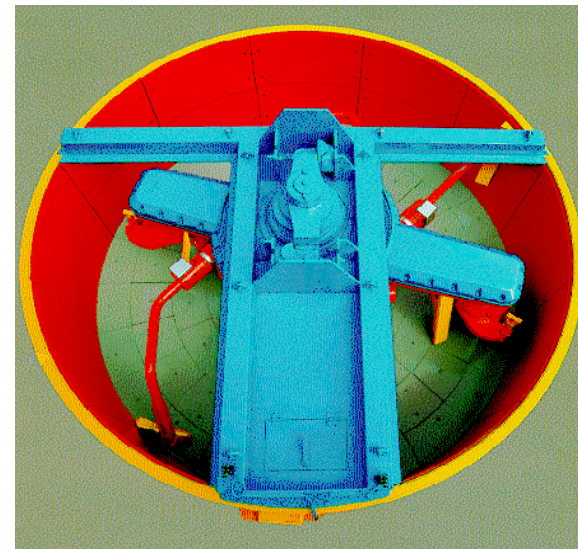
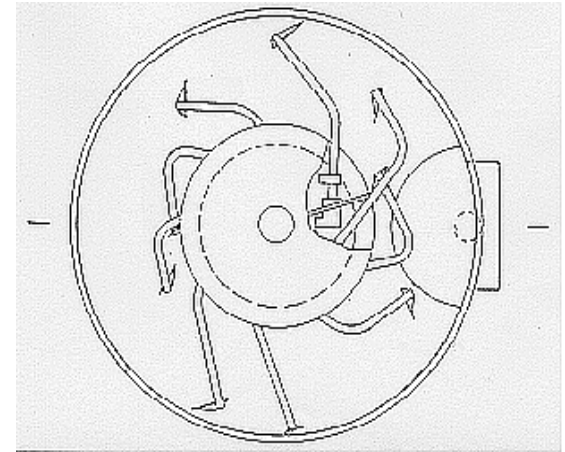
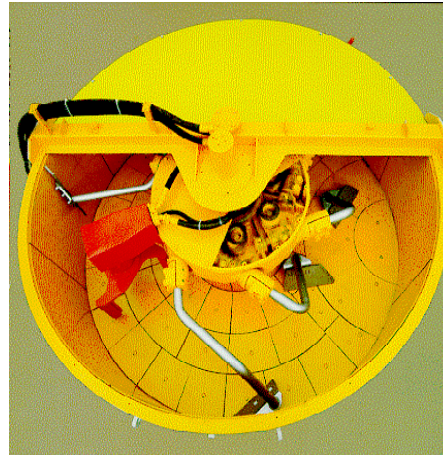


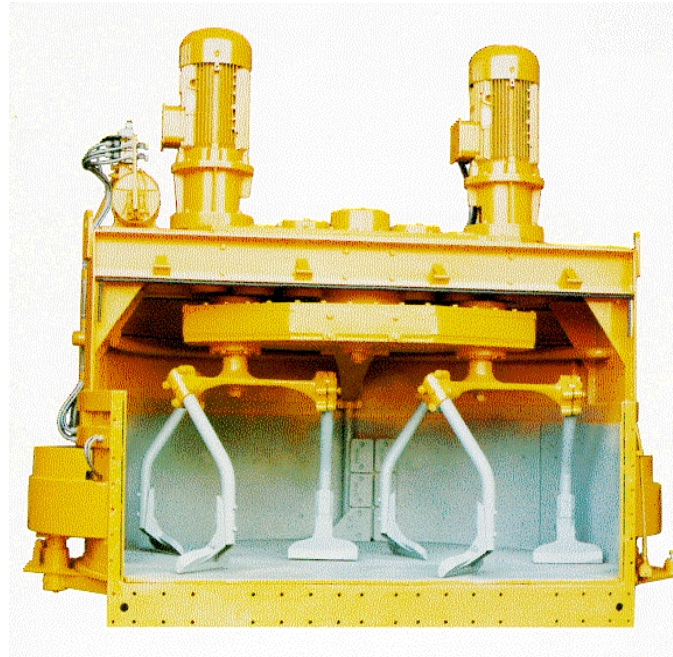
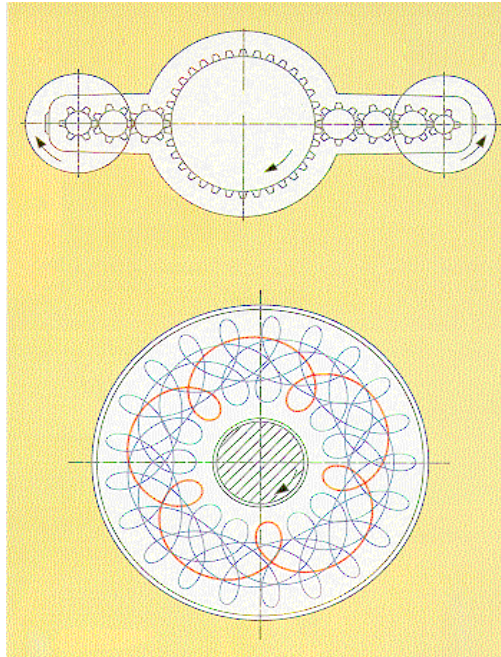
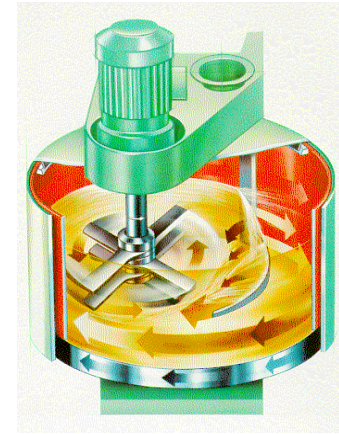
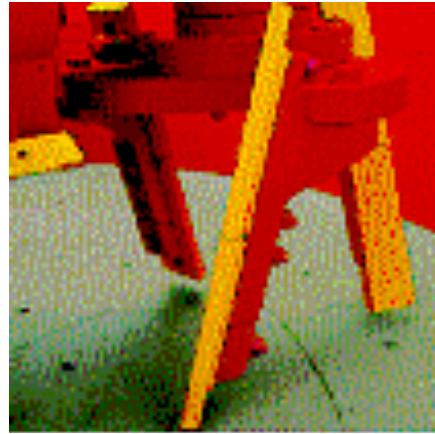
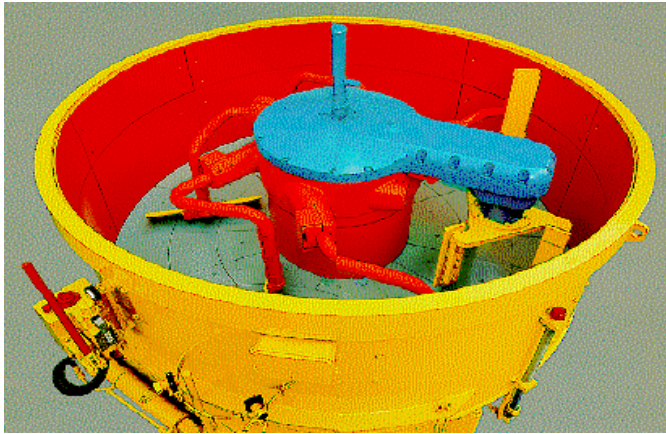
## AMASADORAS (FORZADAS)

- EJE VERTICAL:

$$- N = \frac{15}{\sqrt{D}}$$

$$- t = 45 \text{ } \boxed{\times} \text{ } \boxed{\times} \text{ } 60 \text{ seg.}$$





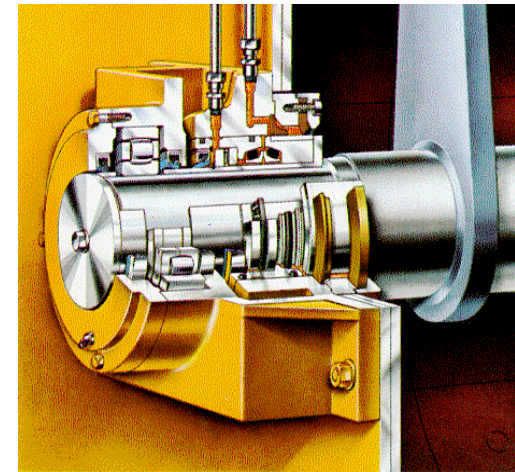
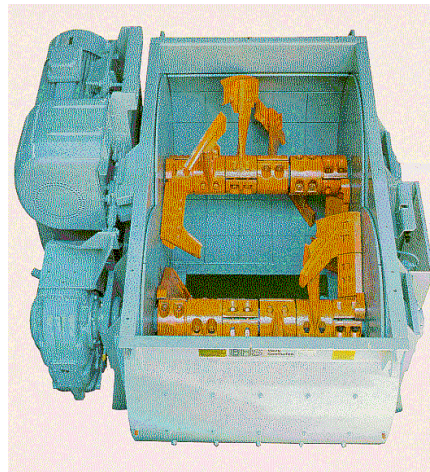
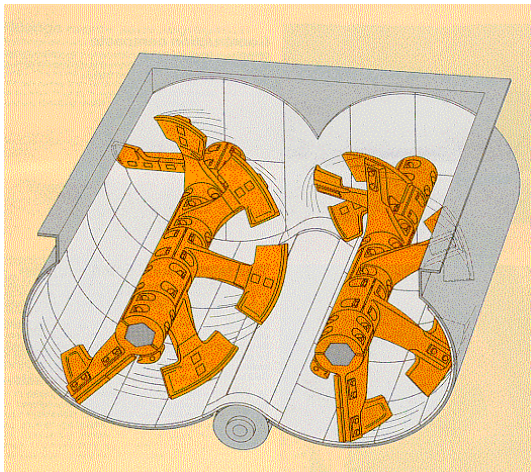
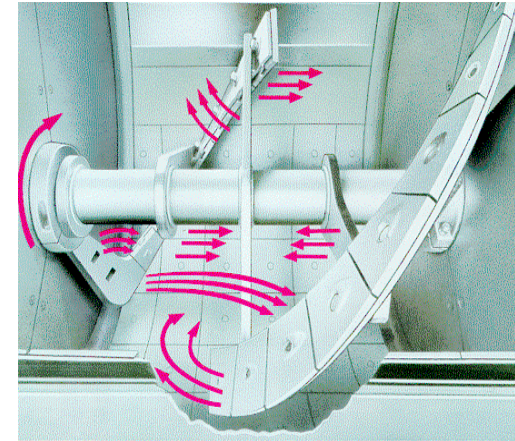
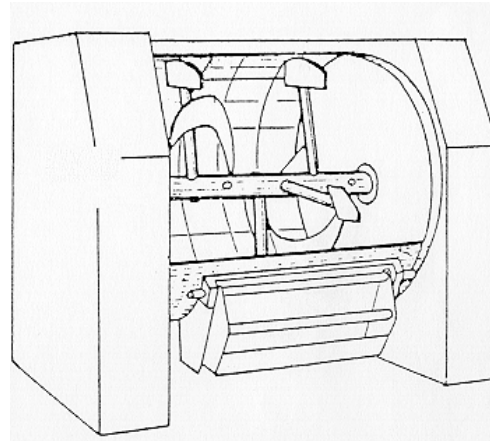


## AMASADORAS (FORZADAS)

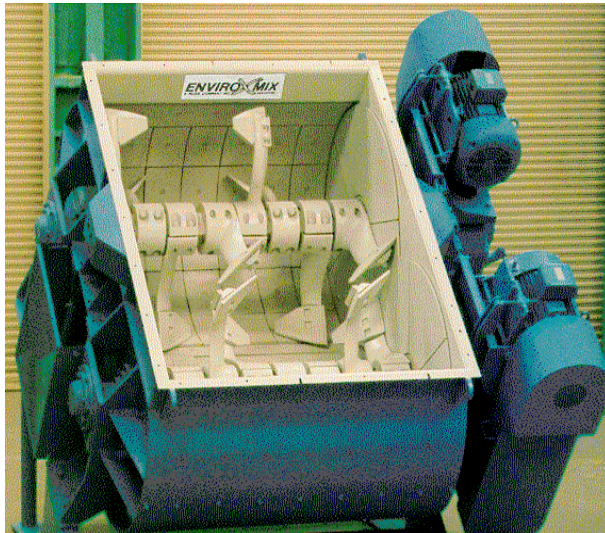
### • EJE HORIZONTAL:

$$- N = \frac{15}{\sqrt{D}}$$

$$- t = 30 \left[ \frac{1}{\sqrt{D}} \right] 45 \text{ seg.}$$









Relación de Volúmenes	Tipo de Hormigonera		
	Eje Basculante	Eje Horizontal	Eje Vertical
$V_c/V_t$	0,7	0,4	0,6 a 0,7
$V_f/V_t$	0,5	0,3	0,4 a 0,5

$V_c$  = capacidad total de áridos.

$V_t$  = volúmen total cuba.

$V_f$  = volúmen hormigón fresco.

### ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

- **RENDIMIENTOS:**

- Nominal: 100% 120 m<sup>3</sup>/h.
- Normal: 75% 90 m<sup>3</sup>/h.
- Óptimo: 110% 130 m<sup>3</sup>/h.

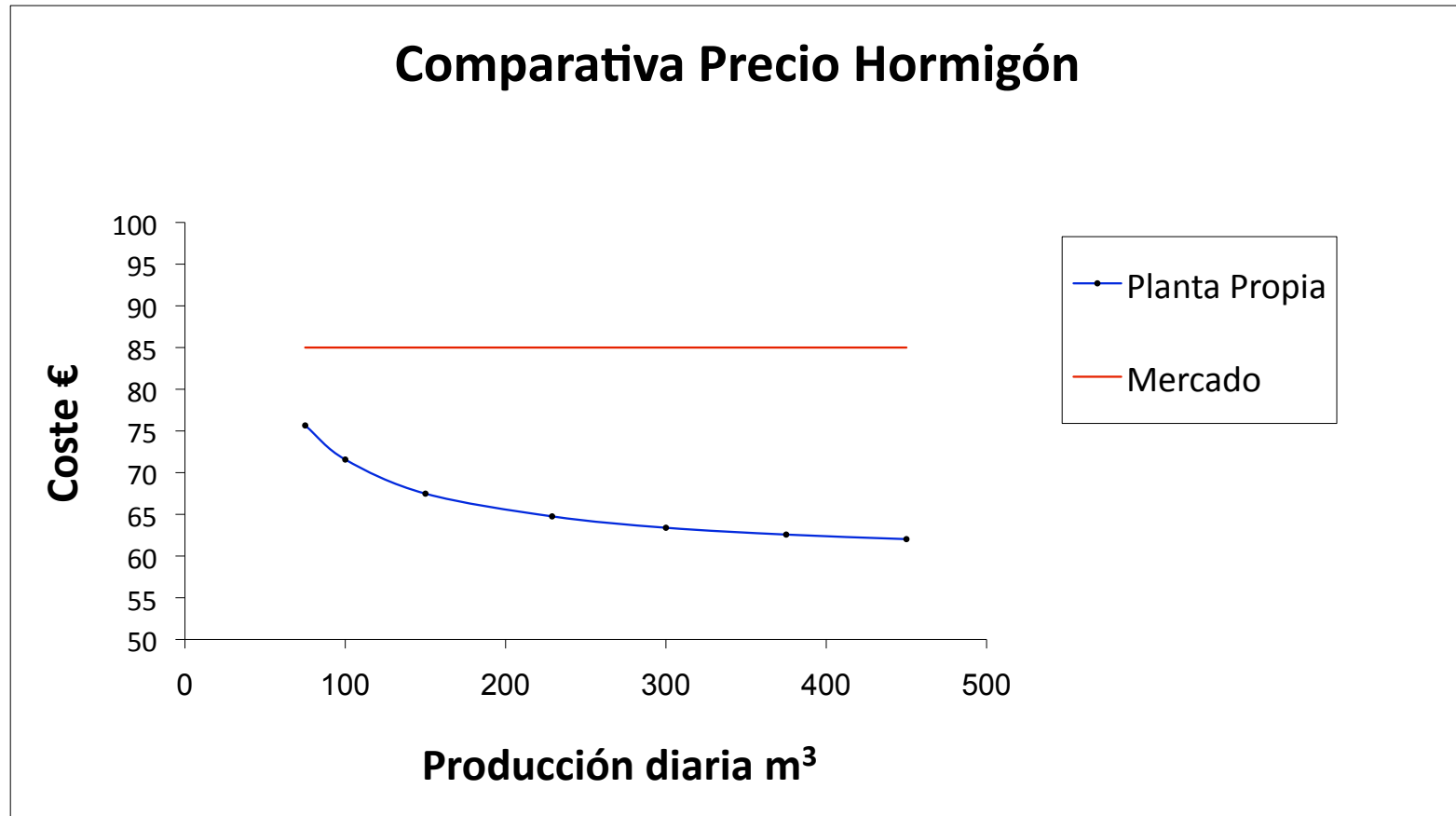


### ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN

- **DESGLOSE DE COSTES:**

	GUNITA	
DOSIFICACIÓN	HM-25	HA-25
COSTE MATERIAL €/m <sup>3</sup>	66,10	45,30
COSTE MONTAJE-DESMONTAJE €/m <sup>3</sup>		0,53
COSTE CUBAS €/m <sup>3</sup>		12,20
TASAS PLANTA HORMIGÓN €/día		714
COSTE PERSONAL €/día		371,77
GRUPO 360 KVA €/día		86,55
CONSUMOGRUPO €/m <sup>3</sup>		1,50
COSTE PALA €/día		272,73
CONSUMO PALA €/m <sup>3</sup>		0,38

## ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN





### ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- **Control de materias primas y condiciones de almacenamiento:**
  - Cemento
  - Agua
  - Áridos
  - Aditivos.
- **Control de las instalaciones y el equipo.**
- **Control del hormigón.**