

*“Buscando combinaciones de papel más ligeras y asegurando el buen desempeño del empaque de cartón corrugado”*

soluciones innovadoras en empaque



*Mayo, 2011*



# Introducción

Cada vez un mayor número de campos de aplicación ocasiona nuevas y más rigurosas exigencias con respecto a las propiedades del cartón

- Mejor aptitud para la impresión
- Mayor resistencia a la humedad
- Garantía de inocuidad para producto alimenticio
- Mejor resistencia a la compresión



# Introducción



Todos esos requerimientos en relación al empaque de cartón corrugado deben ser satisfechos a través de una optimización consciente con respecto a las demandas del mercado. El cómo cumplir con dichos requerimientos depende de las circunstancias muy particulares de cada fabricante:

- Las máquinas y equipos con los que cuenta
- El sector de mercado
- Su ubicación geográfica
- Nivel de estandarización y recurso humano
- Sus materias primas





# Conocimiento

## Importancia

No obstante hay un común denominador para todos los fabricantes

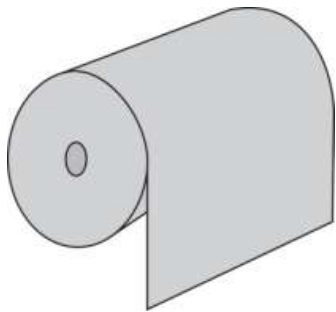
- Sin un conocimiento profundo del
    - proceso de producción del cartón corrugado,
    - del propio producto y de sus propiedades, y
    - de cómo esas propiedades se ven afectadas por la materia prima de papel...
- ...es imposible realizar esta optimización.





# Conocimiento

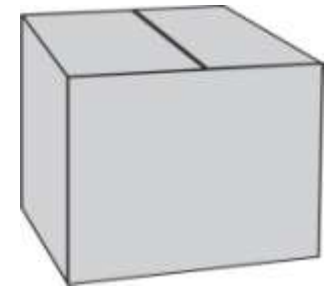
- del papel, cartón y la caja terminada -



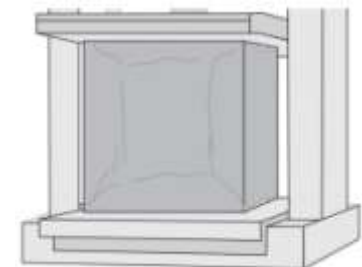
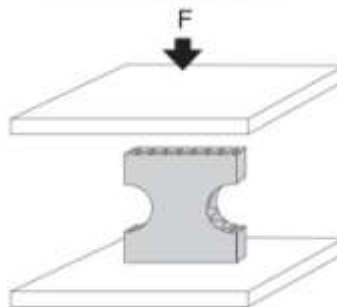
Materia prima



Corrugado



Conversión



# Conocimiento del proceso

## Importancia



Otro común denominador para todos los fabricantes

- Los costos del liner y el medium representan aproximadamente el 60% de los costos totales de una fábrica de cartón corrugado...

Razón de peso para buscar combinaciones más ligeras!!





# Importancia de buscar combinaciones más ligeras...

...asegurando el buen desempeño del empaque

Papeles más ligeros

Reducción de costos

Impacto ambiental








# Buscar combinaciones más ligeras

- Un objetivo permanente -

**Impacto-beneficio ambiental** de una planta que produce 6,000 toneladas anuales de cartón en papel kraft y que reduce en un **2%** el gramaje.



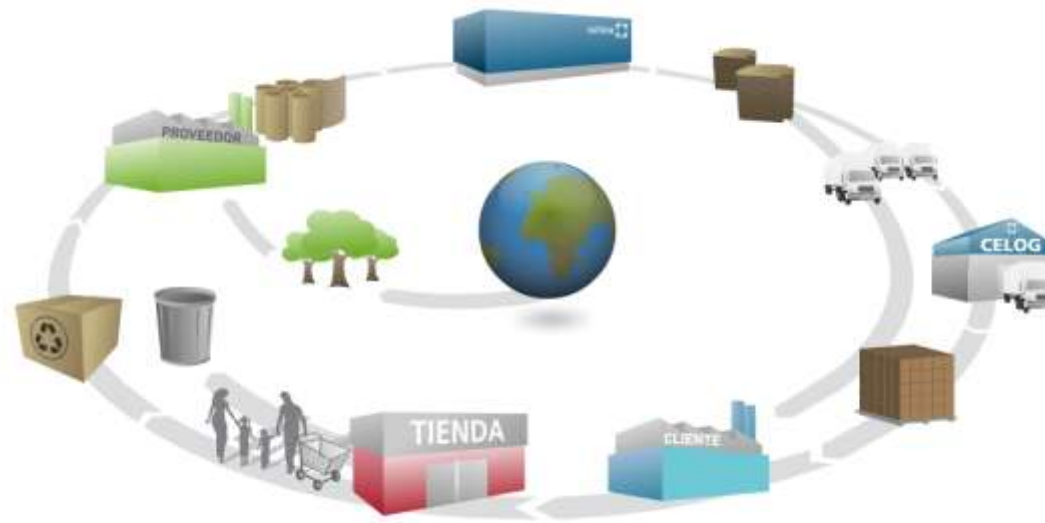
Fuente: <http://www.papercalculator.org/>

Parameter	Lifecycle Environmental Impact				
	Units	600 g/m <sup>2</sup>	588 g/m <sup>2</sup>	Environmental impact	
 Wood Use	tons	12,593	12,341	252	1,745 fewer trees
 Net Energy	million BTU's	160,101	156,899	3,202	35 less homes/year
Purchased Energy	million BTU's	121,120	118,697	2,423	27 less homes/year
 Greenhouse Gases	pounds CO <sub>2</sub>	27,646,155	27,093,232	552,923	50 less cars/year
Particulates	pounds	27,690	27,136	554	49 less buses/year
 Wastewater	gallons	46,746,484	45,811,554	934,930	1 less swimming pools
 Solid Waste	pounds	5,867,710	5,750,356	117,354	4 less garbage trucks

# Principal función del empaque

- proteger el producto -

La medida de desempeño más práctica de una caja de cartón corrugado es cumplir su cometido de proteger y transportar el producto del cliente a través de todo su ciclo de distribución. Hoy en día la resistencia a la estiba es el criterio de desempeño más importante para los clientes.





# Mullen y ECT

## Importancia de conocer sus diferencias

Mullen



Edge Crush Test (ECT)



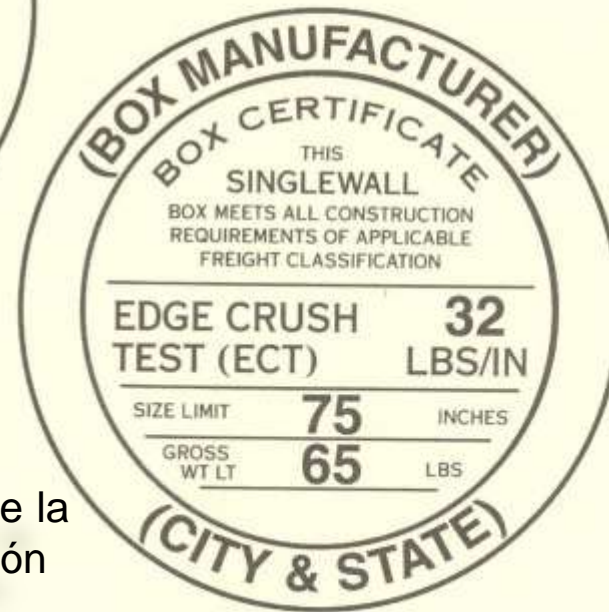
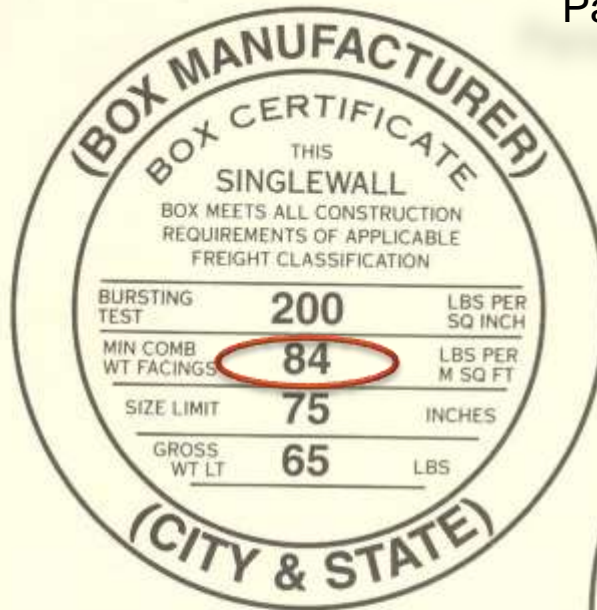
Miden propiedades muy distintas



# Mullen y ECT

## Importancia de conocer sus diferencias

Para garantizar **Mullen**, el peso base del papel es la principal característica



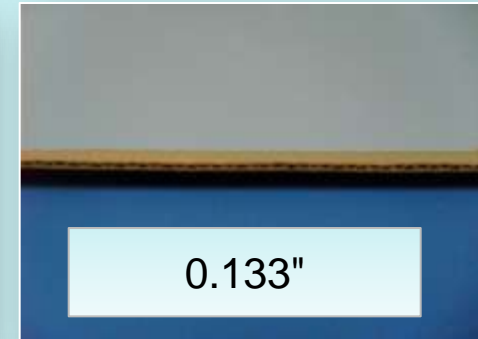
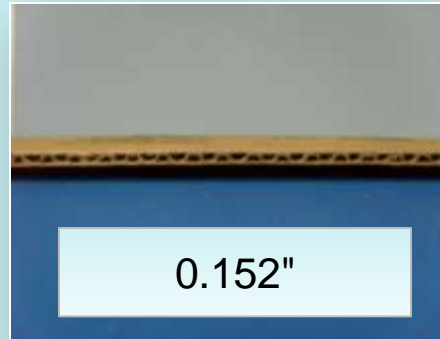
Para **ect**, la regla no especifica un peso base mínimo del papel porque la resistencia de una caja a la compresión NO depende de ello...





# Mullen y ECT

## Importancia de conocer sus diferencias



Muestra	Ect	Mullen
1	60.4	22.4
2	64.7	21.0
3	62.3	20.3
4	61.1	20.3
5	63.8	21.0
6	62.4	21.0
<b>Prom</b>	<b>62.5</b>	<b>21.0</b>

Ect	Mullen
42.5	21.7
42.8	21.0
40.7	19.6
43.4	21.0
40.9	21.7
39.2	20.3
<b>41.6</b>	<b>20.9</b>

Ect	Mullen
-	21.0
-	20.3
-	21.0
-	21.0
-	21.0
-	21.7
-	<b>21.0</b>

El proceso de Conversión no puede afectar negativamente la resistencia al Mullen!!



# ¿Cómo puedo calcular el requerimiento de compresión para una caja?

Box Compression Test (BCT)



Estiba o aplilado



¿Cuál es el requerimiento de compresión?, es necesario estimar el impacto de las condiciones ambientales en el empaque (factor ambiental, FA)



# Consideraciones para el cálculo del factor ambiental (FA)

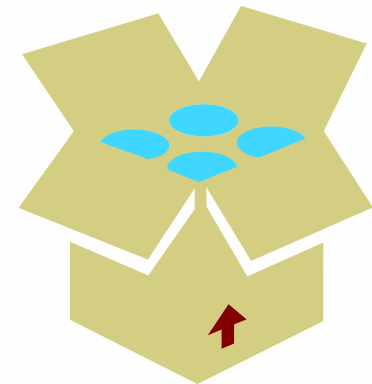
- Peso y naturaleza del contenido
- Humedad del medio ambiente
- Tiempo de almacenamiento
- Cantidad de camas a estibar
- Patrón de apilado: desalineado
- Abertura entre tablas de tarima
- Manipulación del empaque
- Patrón de apilado: con y sin sobresalido respecto a la tarima
- Patrón de apilado: columna vs amarre
- Modalidad del transporte y su destino

Regla general:  
Sólo podemos contar con 1/3 a 1/5 del valor BCT obtenido



# Consideraciones para el cálculo del FA

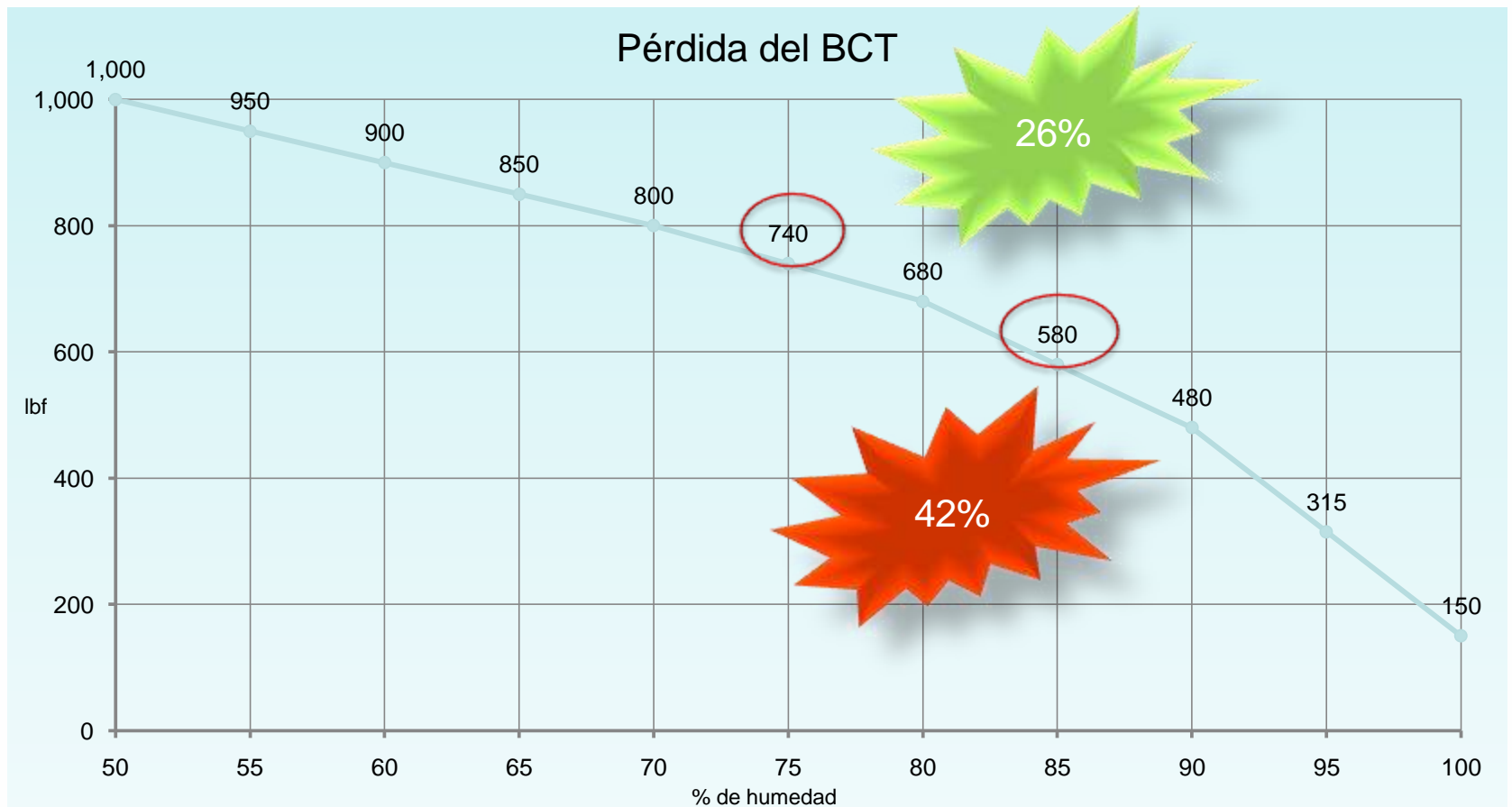
## Peso y naturaleza del contenido



En algunos casos el contenido puede soportar una parte de la carga

# Consideraciones para el cálculo del FA

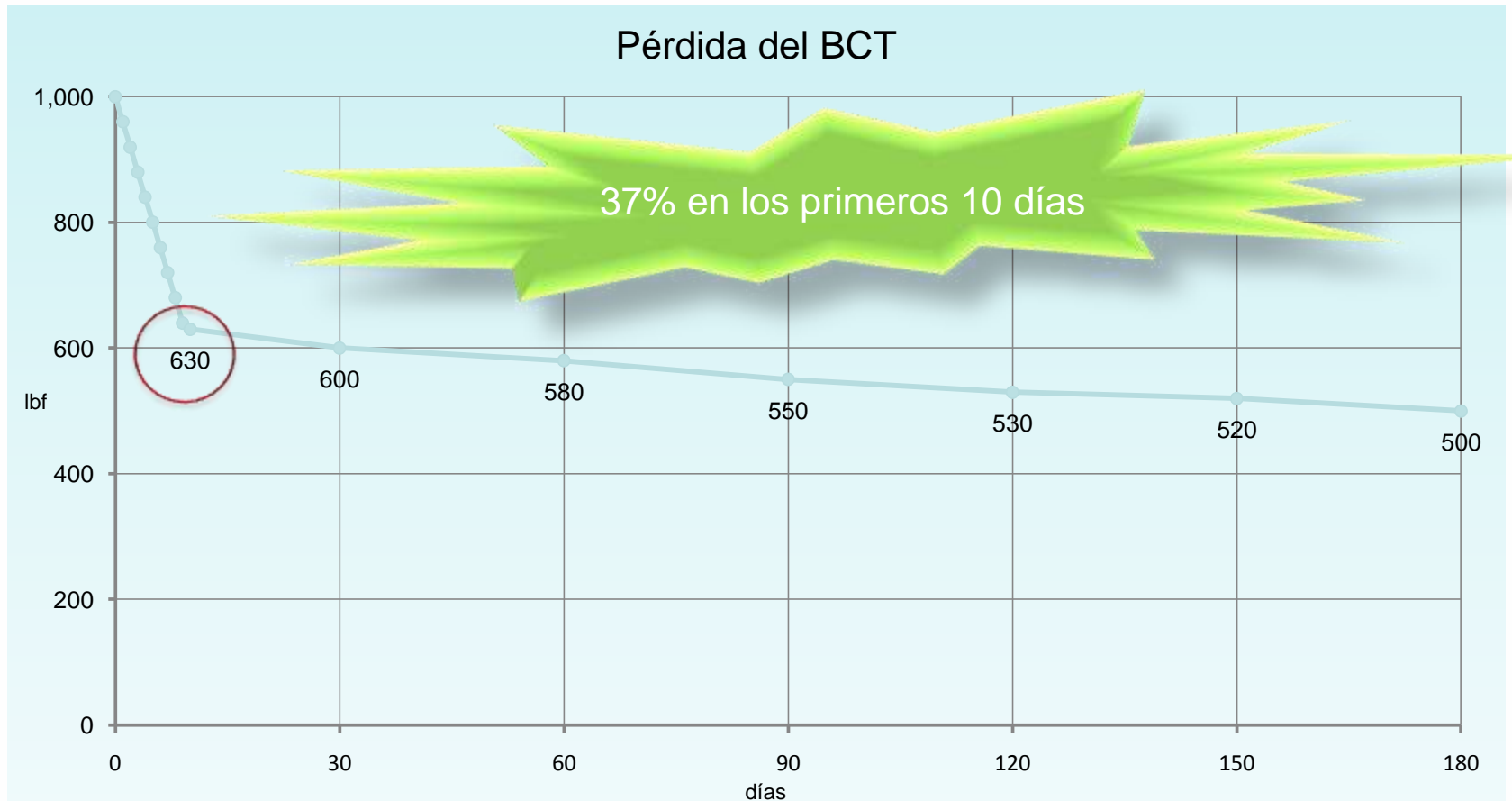
## Humedad del medio ambiente



# Consideraciones para el cálculo del FA



## Tiempo de almacenamiento



# Consideraciones para el cálculo del FA

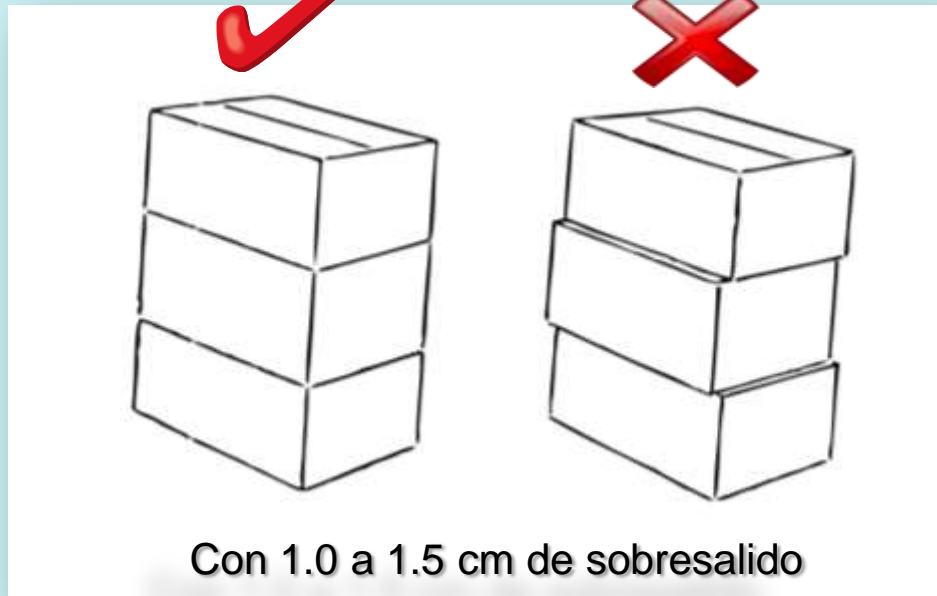
## Cantidad de camas a estibar



Las cajas inferiores quedan expuestas a soportar más peso (**carga estática**)

# Consideraciones para el cálculo del FA

Patrón de aplilado: desalineado

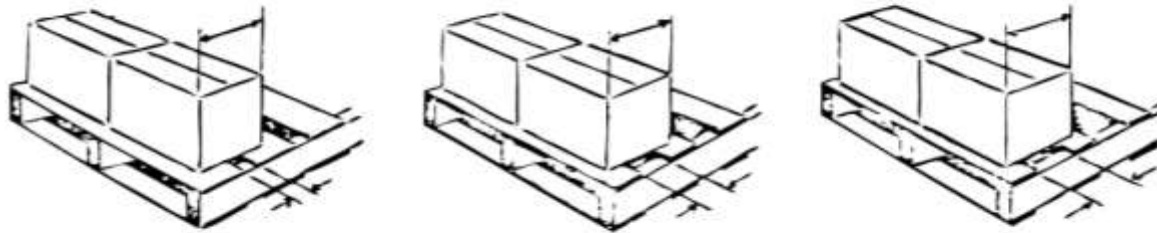


De un 10 hasta un 15%

# Consideraciones para el cálculo del FA

## Abertura entre tablas de tarima

Entre mayor es la abertura...



...mayor la pérdida de resistencia!!

De un 10 hasta un 25%

# Consideraciones para el cálculo del FA

## Manipulación del empaque

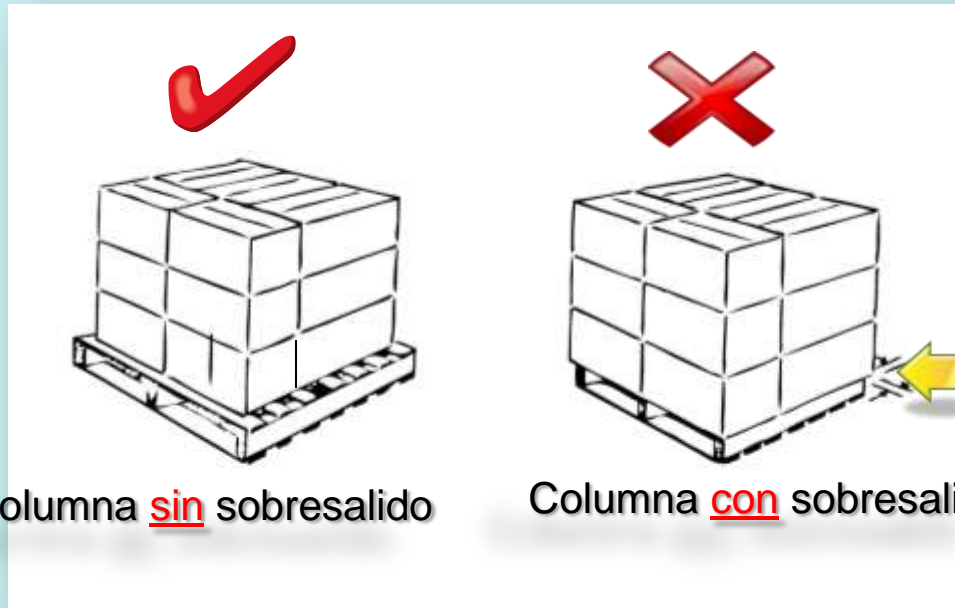


De un 10 hasta un 40%



# Consideraciones para el cálculo del FA

Patrón de aplilado: con y sin sobresalido respecto a la tarima



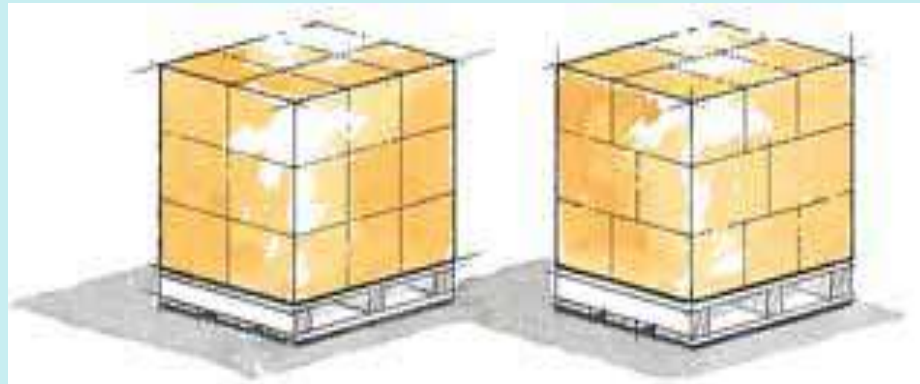
Columna sin sobresalido

Columna con sobresalido

De un 20 hasta un 40%

# Consideraciones para el cálculo del FA

## Patrón de apilado: Columna vs amarre



Columna sin sobresalido

“Amarre” sin sobresalido

De un 40 hasta un 60%

# Consideraciones para el cálculo del FA

## Modalidad del transporte y su destino



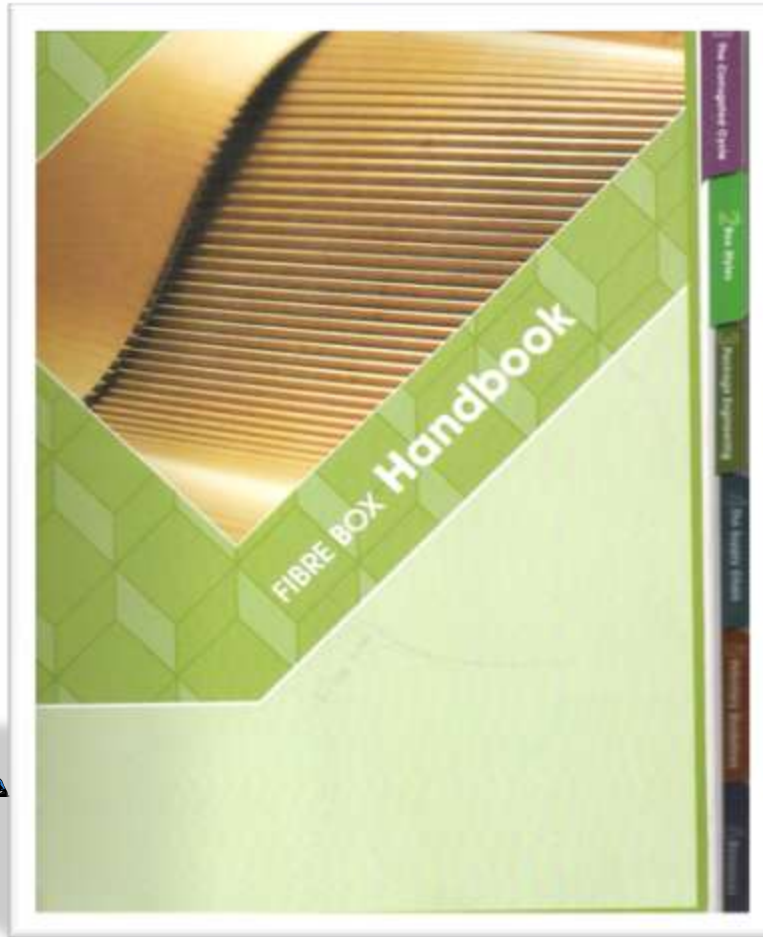
En el inter, la caja queda expuesta a vibraciones y cargas de choque





# Fuentes de referencia

Para el cálculo del FA



Para el cálculo del factor ambiental se puede consultar el capítulo 3 del *Fibre Box Handbook* o la sección 8 a 11 de *ASTM D 4169*





# ¿Cómo puedo calcular el requerimiento de compresión para una caja?

Ejemplo, datos de entrada

- Peso de la caja: 12.5 Kg
- Total de camas: 9
- Días de almacenamiento: 30
- Humedad relativa: 80%
- Patrón de apilado 1: Amarre o trabado
- Patrón de apilado 2: Con sobresalido



# ¿Cómo puedo calcular el requerimiento de compresión para una caja?

Cálculo, *paso 1 de 3*

- 1) Determina la carga sobre la caja inferior:

$$(9-1)*(12.5 \text{ Kg})=100.0 \text{ Kg}$$

**Carga estática**, es la carga que actúa sobre las cajas de la cama inferior





# ¿Cómo puedo calcular el requerimiento de compresión para una caja?

Cálculo, *paso 2 de 3*

## 2) Determina el factor ambiental (FA)

- 30 días de almacenamiento: **0.60** (pierde 40%)
- 80% de humedad: **0.68** (pierde 32%)
- Patrón con amarre: **0.50** (pierde 50%)
- Patrón con sobresalido: **0.70** (pierde 30%)

$$(0,60) * (0.68) * (0.50) * (0.70) = \underline{0.1428}$$

$$\text{Factor ambiental} = (1) / (0.1428) = 7.0$$



# ¿Cómo puedo calcular el requerimiento de compresión para una caja?

Cálculo, *paso 3 de 3*

3) Determina la compresión requerida para la caja

$$\text{BCT Requerido} = (\text{Carga estática}) * (\text{Factor ambiental})$$

$$\text{BCT Requerido} = (100 \text{ Kg}) * (7.0)$$

$$\text{BCT Requerido} = 700.0 \text{ Kgf}$$

# Importancia de las buenas prácticas

...del ejemplo anterior



## Datos de entrada

- Peso de la caja: 12.5 Kg
- Total de camas: 9
- Días de almacenamiento: 30
- Humedad relativa: 80%
- Patrón de apilado 1: Amarre
- ~~Patrón de apilado 2: Con sobresalido~~

Si se elimina el sobre salido el BCT requerido sería de sólo: **490 Kgf** (ya no de 700 Kgf) lo cual significa el uso de un ECT de menor resistencia, y por lo tanto, un ahorro en costo, lo cual con seguridad debe interesarle al cliente.










# Importancia de las buenas prácticas

...del ejemplo anterior

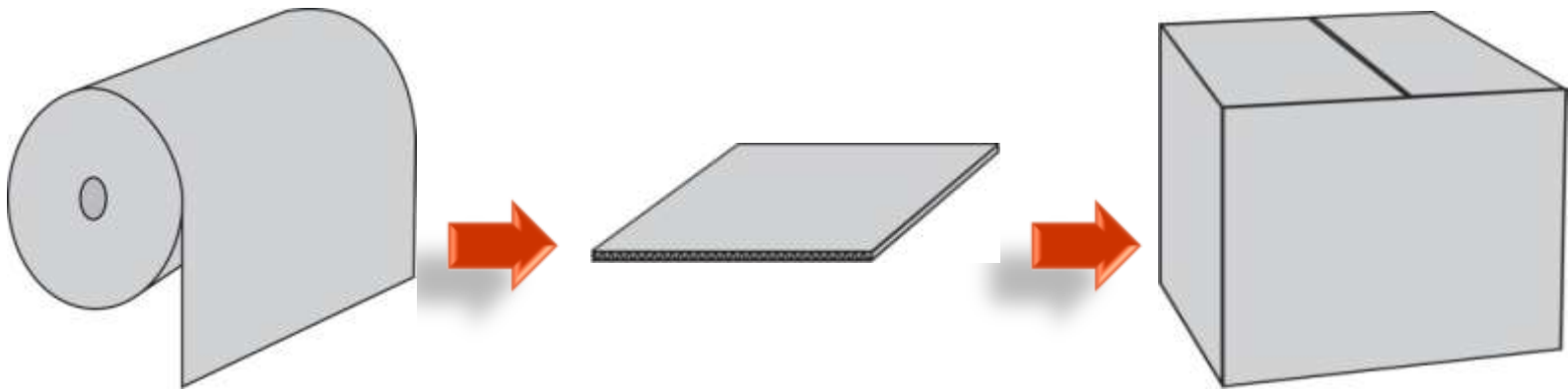
**Impacto-beneficio ambiental** al pasar la caja de 55 a 44 ect y sobre un consumo anual de 120,000 cajas de 60.0 X 45.0 X 50.0 cm.

Parameter	Lifecycle Environmental Impact				
	Units	55KC	44KC	Environmental impact	
 Wood Use	tons	476	294	182	1,258 fewer trees
 Net Energy	million BTU's	5,984	3,971	2,013	22 less homes/year
Purchased Energy	million BTU's	4,511	3,057	1,454	16 less homes/year
 Greenhouse Gases	pounds CO <sub>2</sub>	1,035,825	676,737	359,088	33 less cars/year
Particulates	pounds	1,038	677	361	32 less buses/year
 Wastewater	gallons	1,759,318	1,115,928	643,390	< 1 less swimming pools
 Solid Waste	pounds	221,405	138,411	82,994	3 less garbage trucks



# Importancia de medir

## Confirmación de la calidad



Materia prima

Corrugado

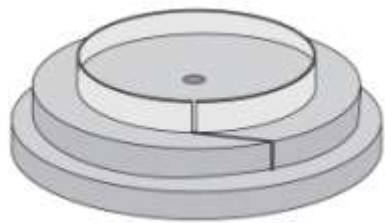
Conversión

Las propiedades del papel y el cartón determinan el comportamiento a la estiba y al BCT del empaque

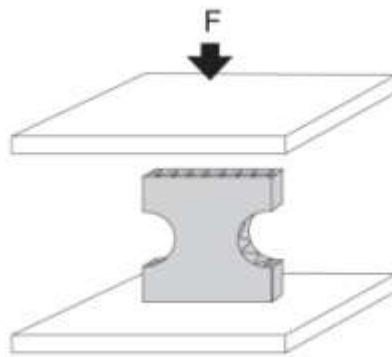


# Importancia de medir

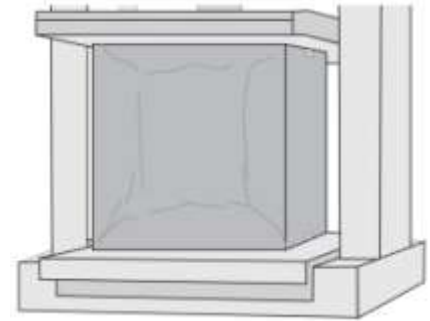
## Confirmación de la calidad



Materia prima



Corrugado



Conversión

Relación del RCT, ECT y BCT





# Cálculo del ECT

A partir del RC del papel, ejemplo:

$$ECT = 0.8 (( RC_{L1}/6 ) + ( RC_{L2}/6 ) + ((RC_{Med}/6) \times \text{Take Up})) + 12$$

## Datos

RC<sub>L1</sub> : 70 lbf/6 Pulg

RC<sub>L2</sub> : 70 lbf/6 Pulg

RC<sub>Med</sub> : 29 lbf/6 Pulg

Take Up: 1.44



ECT Calculado

**36.3 lbf/Pulg**



# Cálculo del BCT

A partir del ECT del cartón, ejemplo:

$$\text{BCT} = (5.874) (\text{ECT}) (\text{Calibre}^{0.508}) (\text{Perímetro}^{0.492})$$

## Datos

Ect: 32 lbf/Pulg

Calibre: 0.157"

Largo: 17.72 "

Ancho: 11.81"



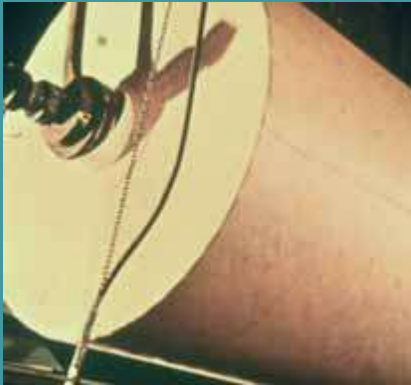
BCT Calculado

**546 lbf**



# Materia prima

## Su importancia



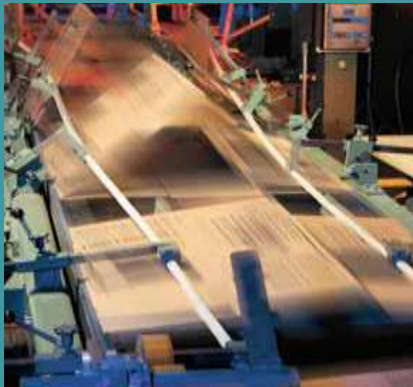
Materia prima

Procurar papeles

- Con alto Ring Crush (RC)
- Con alta rigidez a la flexión

# Proceso de Conversión

## Su importancia



Conversión

### Factores de riesgo para el calibre

- Rodillo alimentador
- Exceso de presión en contra-cilindro
- Botadores inadecuados
- Cantidad de impresión
- Proceso de etiquetado

Por lo tanto, el ect de las láminas recibidas en Conversión debe ser mayor al requerido!!



# Casos de éxito

## Impacto económico y ambiental

Reduction Resistance Proposal  
ECONOMICAL IMPACT

MARS Part Number	Annual Consumption	Current Resistance	Proposal (Resistance)	Current Price (Pesos)	Proposal (Pesos)	Annual Savings
1180353	100,000	55KC	32KC	\$ 3,560	\$ 2,580	\$ 98,040
1160913	300,000	61KBC	51KBC	\$ 9,018	\$ 8,220	\$ 239,400
1180358	85,000	55KC	44KC	\$ 7,142	\$ 6,300	\$ 71,528

**Annual Savings=**

**\$ 408,968  
Pesos**





# Casos de éxito

## Impacto económico y ambiental

MARS Part Number	Annual Consumption	Economical Benefits	Environmental Benefits					Transportation Benefits		
		Annual Savings	Wood Use (tons)	Net Energy (Million BTU's)	Greenhouse Gases (lbs CO2)	Wastewater (Gallons)	Solid Waste (Pounds)	Trucks / year	\$	Green house Gases (t CO2 / year)
1160911	410,000	\$ 1,171,429	105	1,331	247,230	401,219	51,781	19	\$12,342	3.56
1180352	70,000	\$ 134,033	14	178	33,094	53,706	6,931			
1180353	100,000	\$ 98,040	26	459	63,626	101,629	13,057	-	-	-
1160913	300,000	\$ 239,400	11	424	67,843	72,283	7,951	-	-	-
1180358	85,000	\$ 71,528	44	490	93,646	160,905	21,092	8	\$ 5,185	1.5
	965,000	\$ 1,714,429	200	2,882	505,439	789,742	100,812	27	\$17,527	5



Equal to the emissions of **46** cars on a year



More than **1** Olympic-sized swimming pool



**3** fully-loaded garbage truck





# Casos de éxito

## Impacto económico y ambiental

PROYECTO SISAC A DALTILE - REDUCCION DE COSTOS E IMPACTO AMBIENTAL



PROPUESTA: Cambio en resistencias en los artículos de mayor volumen

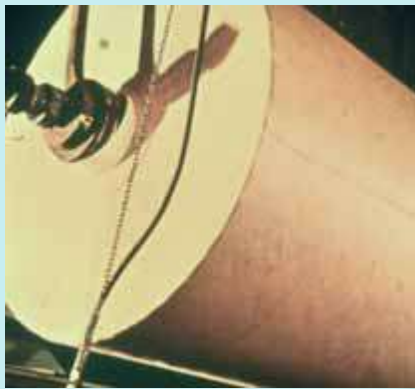
Material Daltile	Material Sultana	Pronóstico Anual	Resistencia Actual	Resistencia Propuesta	Precio Actual	Precio Propuesto	Gasto anual Actual	Gasto anual Propuesta	% Reducción	Ahorros anuales
CPW-1050	122830	485,553	29BC	26BC	\$ 4,780	\$ 4,560.00	\$ 2,320,942.04	\$ 2,214,120.44	5%	\$ 106,822
CPP-9520	127960	329,745	29BC	26BC	\$ 6,004	\$ 5,773.33	\$ 1,979,787.34	\$ 1,903,726.23	4%	\$ 76,061
CPA9761	127353	173,627	26KC	23KC	\$ 6,145	\$ 5,969.41	\$ 1,066,937.36	\$ 1,036,449.59	3%	\$ 30,488
CPL-01106	126227	135,826	32KB	23KB	\$ 2,625	\$ 2,497.85	\$ 356,542.77	\$ 339,272.78	5%	\$ 17,270
CPP9500 60X60 MODIFICADA	123884	132,163	29BC	26BC	\$ 6,133	\$ 5,866.67	\$ 810,552.89	\$ 775,353.60	4%	\$ 35,199
CPW1066	123738	123,622	29BC	26BC	\$ 4,638	\$ 4,614.29	\$ 573,357.99	\$ 570,426.39	1%	\$ 2,932
CPA-7719	127486	114,310	29KB	23KB	\$ 5,594	\$ 5,370.97	\$ 639,449.12	\$ 613,954.35	4%	\$ 25,495
CPL-1107	126226	80,679	32KB	23KB	\$ 2,625	\$ 2,497.85	\$ 211,783.09	\$ 201,524.87	5%	\$ 10,258
CPL-01112	126224	79,120	32BB	26BB	\$ 2,919	\$ 2,889.24	\$ 230,952.34	\$ 228,597.38	1%	\$ 2,355
CPB-2009	122132	69,590	29KB	23KB	\$ 4,008	\$ 3,803.03	\$ 278,917.45	\$ 264,653.57	5%	\$ 14,264
CPA-7709	108169	52,359	29KB	23KB	\$ 6,499	\$ 6,287.88	\$ 340,282.91	\$ 329,228.76	3%	\$ 11,054
CPP-6141	122056	49,524	29BB	26BB	\$ 4,707	\$ 4,638.89	\$ 233,109.47	\$ 229,736.33	1%	\$ 3,373
CPP-9530 60 X 60	126576	29,177	29KC	23KC	\$ 5,616	\$ 5,215.38	\$ 163,860.58	\$ 152,171.65	7%	\$ 11,689
CPP-9540 60.5 X 60.5	126574	25,202	29KC	23KC	\$ 5,709	\$ 5,292.31	\$ 143,879.26	\$ 133,377.70	7%	\$ 10,502
									<b>4%</b>	<b>\$ 357,761</b>

### Resumen ahorros anuales

Areas verdes	84,453.23 Kg
Emisiones de CO2	139,347.84 Kg de CO2
Reducción de costos	\$357,761



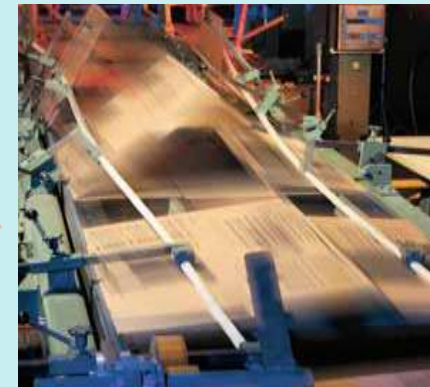
# ¿Qué podemos concluir?



Materia prima



Corrugado



Conversión



**Gracias por su atención!**

