

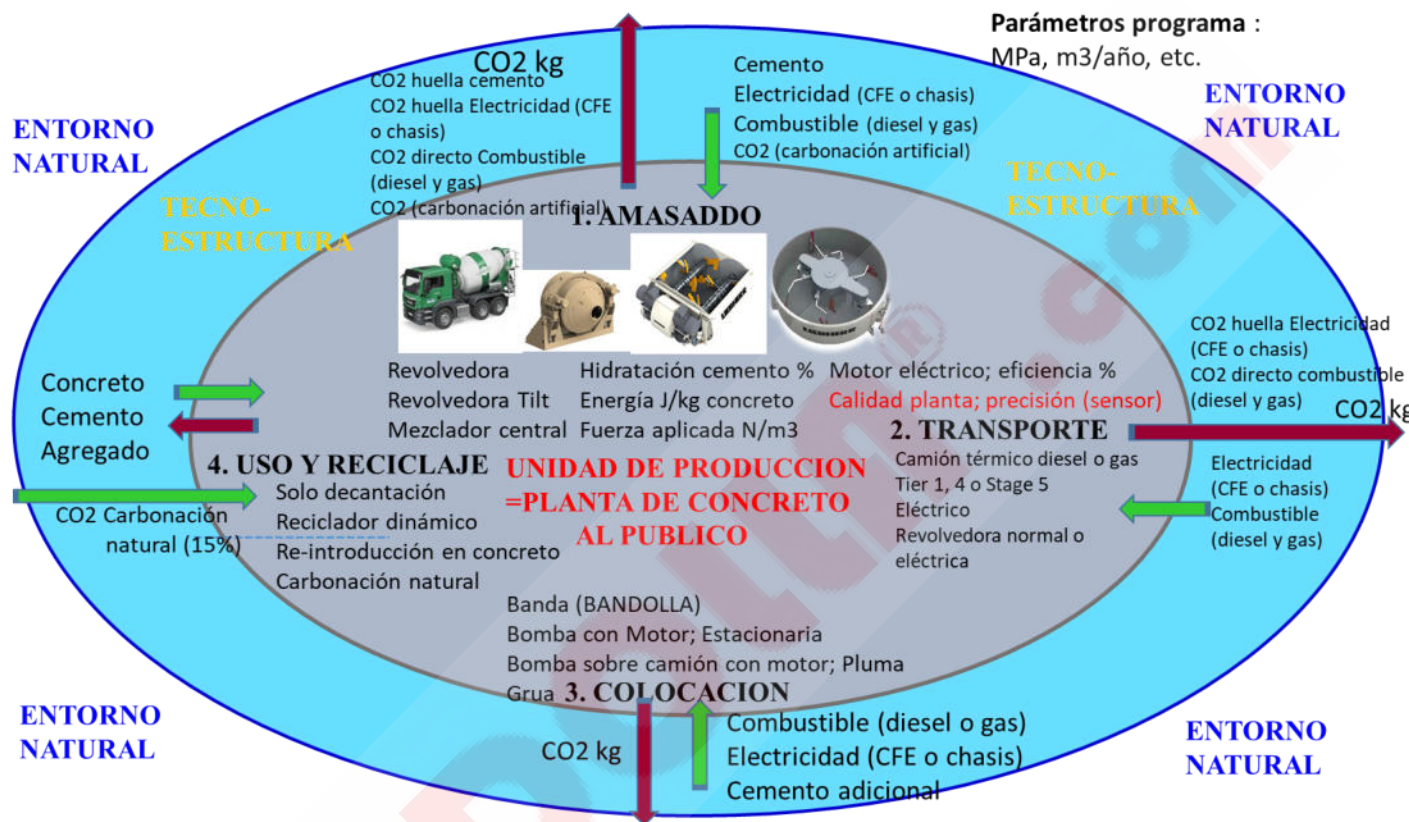
ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.1. SCOPE and GOALS.

5.1.2. Limite y objetivos del analisis de ciclo de vida para el CO2.

-Definición y limite del sistema estudiado :



-Objetivos :

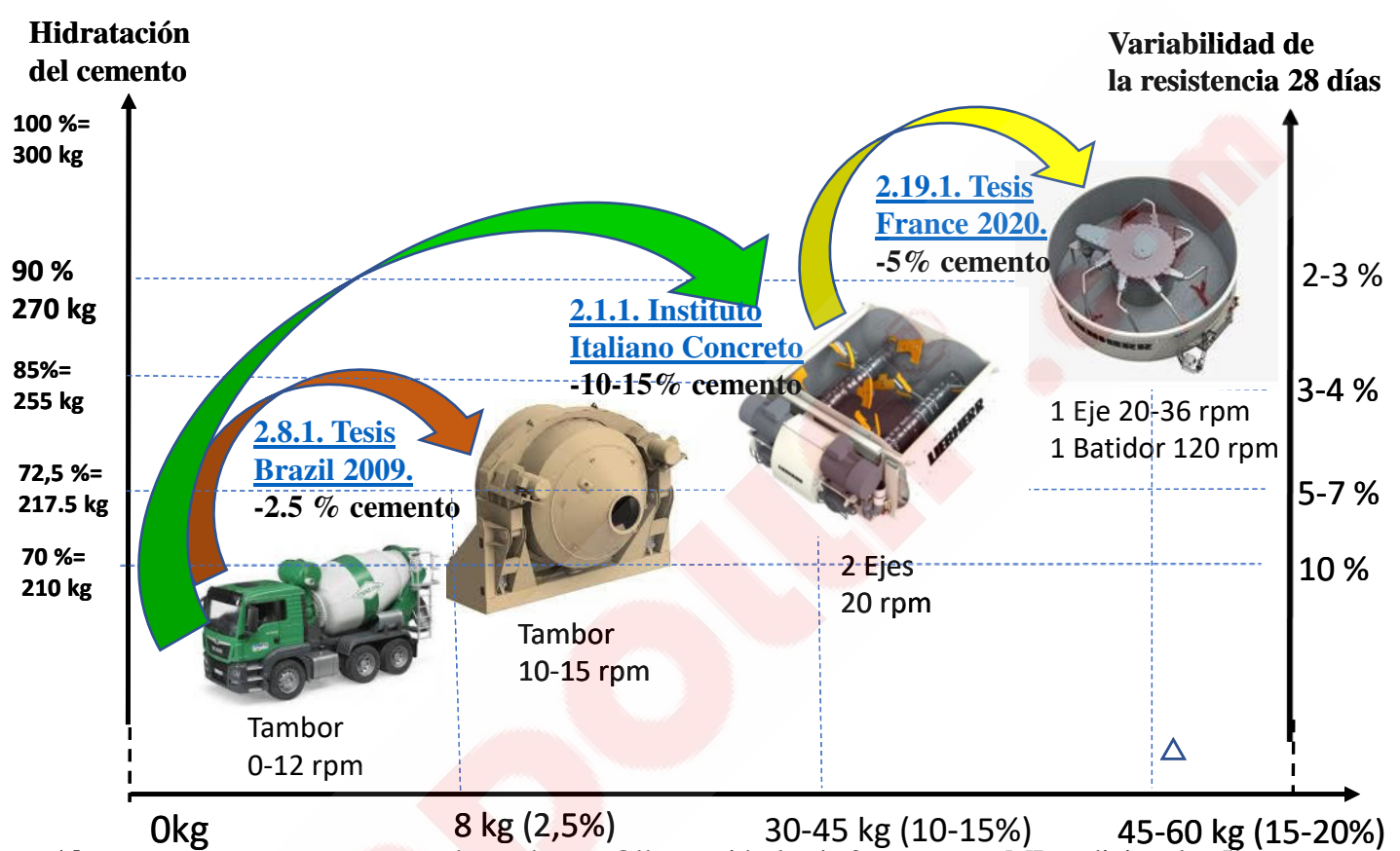
1. Limitar el estudio a la emisión del CO2 (Carbon Footprint).
2. Definir todas las opciones técnicas que influyen más sobre la huella de CO2 del sistema.
3. Verificar con atención las opciones técnicas « obvias » porque « se hace por otro lado » (i.e. Europa) pero que a lo mejor ni son opciones viables en México, o hay otras prioridades para bajar la huella de carbono de una Planta de Concreto al Público en México.
4. Seguir la metodología oficial LCA, de manera a dar resultados que serán congruentes con las normas y leyes por venir.
5. No limitarse a las opciones técnicas ofrecidas por los equipos de LIEBHERR (aunque los equipos de LIEBHERR cubren todas las Fases de la vida de la planta de concreto).

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA 5.2. LIFE CYCLE INVENTORY.

5.2.1. Inventario de las emisiones de CO2 durante el amasado mas el transporte. Pág 1 de 5

1. El cemento : ver también [Ficha 1.1. LCA CO2-Amasado-Cemento.](#)

-Hay diferencias, científicamente demostradas, grandes entre los sistemas de amasado quienes explican el consumo del cemento diferente para una misma resistencia :



Ahorro cemento con respecto al uso de una Olla-camión kg /m3 concreto= MPa adicional x 5kg

-Estos cuatro equipos para mezclar corresponden a dos sistemas;

- * Uno por revolovedora que utiliza solo la gravedad como fuerza « pasiva », la cual puede estar montada sobre chasis y puede estar instalada en una dosificadora (la Tilt).
- *El sistema de mezclado central con mezclador « de verdad » o sea que aplican fuerzas dinámicas a la mezcla. Falta el mezclador planetario que principalmente se utiliza para el prefabricado.

2. La energía para amasar : ver también [Ficha 1.2. LCA CO2-Amasado-Energia.](#)

-La eficiencia energética (Joule aplicado a la mezcla sobre Joule consumidode) de cada equipo explica su respectivo tiempo de mezclado (y también el costo del mezclado relativo a la inversión).

Sistema amasado	Revolve. normal	Revolve. normal	Revolve. Tilt	Revolve. eléctrica	Revolve. eléctrica
Energia amasado	Chasis diesel	Chasis gas	Chasis diesel	Chasis diesel	Revolve. eléctrica
Eficiencia energética	10%	10%	8%	37%	37%

Twin-shaft Otros	Twin-shaft LIEBHERR	Ring-pan LIEBHERR
Electricidad	Electricidad	Electricidad
85%	96%	96%

7 min	Revolovedora normal
7 min	Revolovedora normal
7 min	Revolovedora normal
7 min	Revolovedora eléctrica Hybrid
7 min	Revolovedora eléctrica Plug-in
7 min	Revolovedora eléctrica Hydridd
7 min	Revolovedora eléctrica Plug-in
7 min	Revolovedora eléctrica Hybrid
7 min	Revolovedora eléctrica Plug-in
5 min	Revolovedora Tilt
1 min	Mezclador Twin-shaft Otros
0.95 min	Mezclador Twin-shaft LIEBHERR
0.95 min	Mezclador Ring-pan LIEBHERR

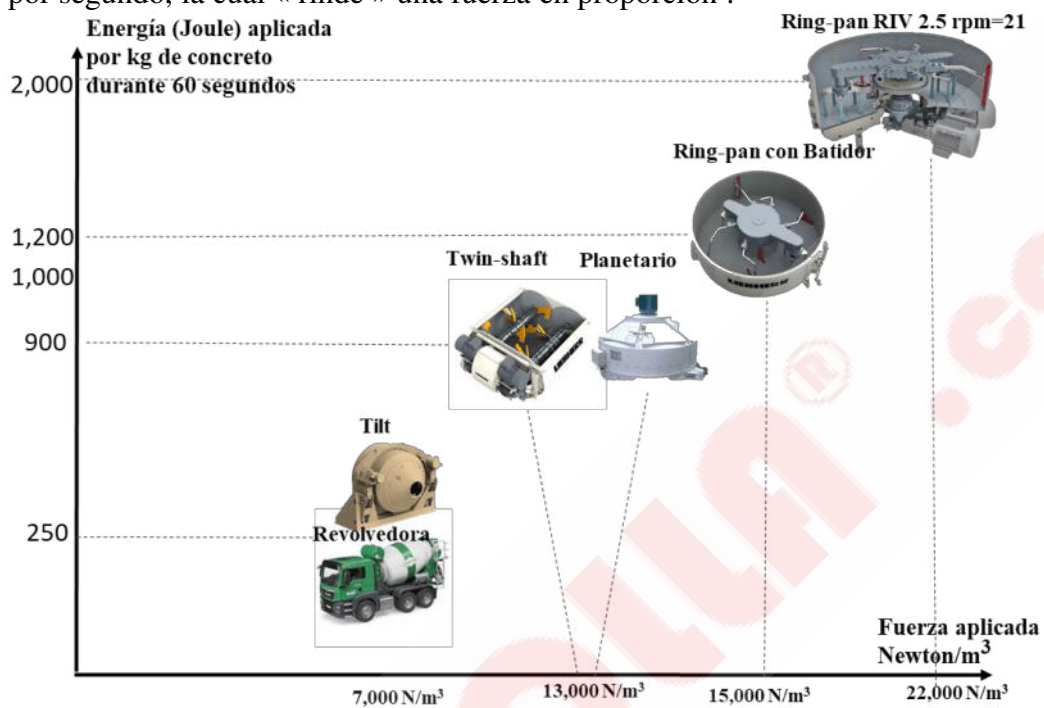
ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA 5.2. LIFE CYCLE INVENTORY.

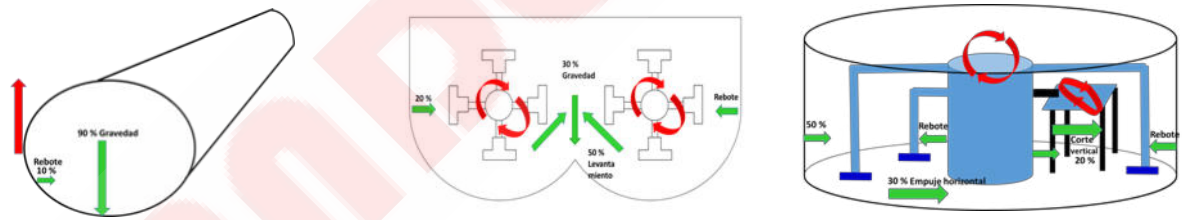
5.2.1. Inventario de las emisiones de CO2 durante el amasado mas el transporte. Pág 2 de 5

-A parte del aspecto cuantitativo de la energia aplicada, cuenta la potencia aplicada o sea los Joule durante un cierto tiempo (60 s) a una unidad de mezclado (kg).

Esta energia esta relacionada con la potencia de origen; Watt del motor térmico o eléctrico, o sea los Joule por segundo, la cual « rinde » una fuerza en proporción :



-Para terminar, solo la potencia y la fuerza aplicada y valor absoluta pero cuenta también la naturaleza de las diferentes fuerzas :



Sistema Revolvedora

Mezclador Twin-shaft

Mezclador Ring-pan LIEBHERR

Sistema mezclado	Fuerza motriz	Energía total aplicada Joule/kg mezcla	FUERZAS DE ACCION SOBRE LAS PARTICULAS DEL CONCRETO				RESULTADO NUMERO CHOQUES DE UNA PARTICULA /SEGUNDO
			Gravedad	Empuje horizontal o vertical	Rebote de la pared (Newton n°2)	Corte vertical (>100 rpm)	
Número choques de una partícula / segundo			Bajo	Mediano	Alto	Muy alto	
Revolvedora Olla o Tilt	12-15 rpm	250 J/kg	90 %		10 %		MUY BAJO
Twin-shaft	2 x 20 rpm	900 J/kg	30 %	50 % vertical	20 %		MEDIANO
Planetario	15 + 2x30 rpm	900 J/kg	0 %	70 % horizontal	30 %		MEDIANO
Ring-pan con Batidor	20 + 120 rpm	1,200 J/kg	0 %	30 % horizontal	50 %	20 %	ALTO
Ring-pan dos Batidores	20 + 120 rpm	1,200 J/kg	0 %	20 % horizontal	30 %	30 %	MAS ALTO
Ring-pan RIV dos Batidores	31 + 230 rpm	2,000/kg	0 %	30 % horizontal	50 %	20 %	MUY ALTO

Un mezclado rápido con una homogeneización máxima depende del número de choque (collision) entre partículas de la mezcla por unidad de tiempo. Ver también Estudio Mezclado Central [Ficha 2.14.2. Leyes físicas de Newton](#) y [Ficha 2.14.3. Modelización del proceso de amasado por LIEBHERR.](#)

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.2. LIFE CYCLE INVENTORY.

5.2.1. Inventario de las emisiones de CO2 durante el amasado mas el transporte. Pág 3 de 5

3. El cemento más la energía para mezclar : ver también [Ficha 1.3. LCA CO2-Amasado-Cemento.](#)

- La hipótesis sobre la huella del cemento** es que los dos sistemas son muy diferentes :
1. La Revolvedora cual sea su soporte (chasis o dosificadora) tendrá una huella más alta de cemento.
 2. Todos los mezcladores tendrán una huella CO2 del cemento más baja.

-Para la emisión durante el mezclado, la hipótesis pero más bien los prejuicios técnicos ya que se copia lo se hace en Europa nos hace pensar que todo que se hace con electricidad va a ser más « limpio », o sea tendrá menos huella de CO2 que el uso del diesel o del gas, los cuales serian más contaminante.

- Las hipotesis sobre la energía para mezclar :**
1. La Revolvedora seguramente contamina mucho durante esta fase.
 2. Sin embargo, los mezcladores debe tener un alto consumo de electricidad (ver también *LCC Life Cycle Cost*) por lo tanto una huella alta.

Y así quedarían las intensidades de las emisiones o huellas de CO2 según el sistema de amasado :

SISTEMA AMASADO	SOPORTE SISTEMA DEL MEZCLADO	ENERGIA UTILIZADA PARA AMASAR	TIPO DE EMISION		
			CEMENTO:	PARA AMASAR :	
			HUELLA cementera	DIRECTA Diesel o gas	HUELLA Electricidad
Revolvedora normal	Chasis diesel	Diesel chasis	Hue lla	Directa	
Revolvedora normal	Chasis gas	Gas chasis	Hue lla	Directa	
Revolvedora normal	Chasis eléctrico	Electricidad chasis eléc.	Hue lla		Huella
Revolvedora eléctrica Hybrid	Chasis diesel	Electricidad chasis diesel	Hue lla	Directa	
Revolvedora eléctrica Plug-in	Chasis diesel	Electricidad CFE	Hue lla		Huella
Revolvedora eléctrica Hybrid	Chasis gas	Electricidad chasis gas	Hue lla	Directa	
Revolvedora eléctrica Plug-in	Chasis gas	Electricidad CFE	Hue lla		Huella
Revolvedora eléctrica Hybrid	Chasis eléctrico	Electricidad chasis eléc.	Hue lla		Huella
Revolvedora eléctrica Plug-in	Chasis eléctrico	Electricidad CFE	Hue lla		Huella
Revolvedora Tilt	Planta dosificadora	Electricidad CFE	Hue lla		Huella
Mezclador Twin-shaft Otros	Planta mezclador central	Electricidad CFE	Huella		Huella
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Planta mezclador central	Electricidad CFE	Huella		Huella
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Planta mezclador central	Electricidad CFE	Huella		Huella

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.2. LIFE CYCLE INVENTORY.

5.2.1. Inventario de las emisiones de CO2 durante el amasado mas el transporte. Pág 4 de 5

4. El transporte del concreto : ver también [Ficha 2.1. LCA CO2-Transporte.](#)

-Las hipotesis o creancias e el transporte son variadas :

1. El gas emite algo menos de CO2; esta averiguado.
2. La Revolvedora eléctrica para encargarse de las paradas (carga, paradas en planta, carretera o obra) tiene como respaldo gracias a la experiencia en Europa que ahorra diesel, y se supone entonces que la huella de su consumo de electricidad seria inferior a la emisión directa de CO2 de diesel.
3. El camión eléctrico tiene una huella CO2 inferior a la emisión directa de un camión diesel.
4. Que entonces el tandém ideal seria Revolvedora Eléctrica sobre Chasis Eléctrico.

Y asi quedarian las intensidades de las emisiones o huellas de CO2 según el sistema de transporte :

SISTEMA TRANSPORTE		ACTIVO	PARADAS	TRANSPORTE ACTIVO		PARADAS	
REVOLVEDORA	CHASIS			DIRECTA	HUELLA	DIRECTA	HUELLA
				Diesel, gas	Electricidad	Diesel, gas	Electricidad
Revolvedora normal	Chasis diesel	Diesel	Diesel	Directa		Directa	
Revolvedora normal	Chasis gas	Gas	Gas	Directa		Directa	
Revolvedora normal	Chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctric	Electricidad chasis eléc.		Huella		Huella
Revolvedora eléctrica Hybrid	Chasis diesel	Diesel	Diesel	Directa		Directa	
Revolvedora eléctrica Plug-in	Chasis diesel	Diesel	Electricidad CFE	Directa			Huella
Revolvedora eléctrica Hybrid	Chasis gas	Gas	Gas	Directa		Directa	
Revolvedora eléctrica Plug-in	Chasis gas	Gas	Electricidad CFE	Directa			Huella
Revolvedora eléctrica Hybrid	Chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctric	Electricidad chasis eléc.		Huella		Huella
Revolvedora eléctrica Plug-in	Chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctric	Electricidad CFE		Huella		Huella

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.2. LIFE CYCLE INVENTORY.

5.2.1. Inventario de las emisiones de CO2 durante el amasado mas el transporte. Pág 5 de 5

4. El amasado mas el transporte del concreto.

-Las hipótesis de los puntos 2. y 3. explican porque se ha seleccionado 3 tipos de transporte para el mezlado central :

- a. El sistema clasico y dominante en México; Revolvedora normal sobre Chasis Diesel
- b. El Chasis de gas iniciado por HOLCIM con la Revolvedora eléctrica la cual seria prometedora.
- c. El sistema hipoteticamente ideal que seria la Revolvedora eléctrica sobre un Chasis eléctrico.

Y asi quedarian las intensidades de las emisiones o huellas de CO2 según las posibilidades de sistema de mezlado con el sistema de transporte :

	Emisión muy alta de CO2
	Emisión bastante mejorada
	Emisión baja

SISTEMA AMASADO	ENERGIA UTILIZAS A AMASADO	ENERGIA UTILIZADA TRANSPORTE ACTIVO	FASE1 : AMASADO		FASE2 : TRANSPORTE		TOTAL
			CEMENTO: HUELLA cementera	AMASADO DIRECTA o HUELLA	TR. ACTIVO DIRECTA o HUELLA	PARADAS DIRECTA o HUELLA	CO2 DIRECTA o HUELLA
			Revolvedora normal	Diesel chasis	Diesel		
Revolvedora normal	Gas chasis	Gas					
Revolvedora normal	Electricidad chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctrico					
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis diesel	Diesel					
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Diesel					
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis gas	Gas					
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Gas					
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctrico					
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Electricidad chasis eléctrico					
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis					
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas					
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléc.					
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis					
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas					
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléc.					
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis					
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas					
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléctrico					
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis					
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas					
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléctrico					

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

[Video explicativo :](#)



5.3. IMPACT ASSESSMENT.

5.3.1. Impacto del CO2 del amasado mas el transporte. Pág. 1 de 5

- Factor de emisión por sistema de mezclado y tipo de transporte por revolvedora :

SISTEMA AMASADO	ENERGIA	ENERGIA	FACTOR	FACTOR	FACTOR	MEJORA VS	% MEJORA VS
	UTILIZASA	UTILIZADA	AMASADO	TRANSPORTE	AMASADO+	REVOLVEDORA	REVOLVEDORA
	AMASADO	TRANSPORTE ACTIVO	kg CO2/m3	kg CO2/m3	TRANSPORTE	+CHASIS DIESEL	+CHASIS DIESEL
Revolvedora normal	Diesel chasis	Diesel	218.008	3.960	221.968	0.0 kg CO2/m3	0.00%
Revolvedora normal	Gas chasis	Gas	217.946	3.168	221.114	-0.9 kg CO2/m3	-0.38%
Revolvedora normal	Electricidad chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctrico	218.204	15.668	233.872	11.9 kg CO2/m3	5.36%
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis diesel	Diesel	218.008	3.960	221.968	0.0 kg CO2/m3	0.00%
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Diesel	217.902	3.732	221.634	-0.3 kg CO2/m3	-0.15%
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis gas	Gas	217.946	3.168	221.114	-0.9 kg CO2/m3	-0.38%
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Gas	217.902	3.072	220.974	-1.0 kg CO2/m3	-0.45%
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctrico	218.204	15.668	233.872	11.9 kg CO2/m3	5.36%
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Electricidad chasis eléctrico	217.902	13.399	231.301	9.3 kg CO2/m3	4.20%
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis	214.032	3.960	217.992	-4.0 kg CO2/m3	-1.79%
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas	214.032	3.072	217.104	-4.9 kg CO2/m3	-2.19%
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléc.	214.032	15.668	229.700	7.7 kg CO2/m3	3.48%
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis	187.263	3.960	191.223	-30.7 kg CO2/m3	-13.85%
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas	187.263	3.072	190.335	-31.6 kg CO2/m3	-14.25%
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléc.	187.263	15.668	202.931	-19.0 kg CO2/m3	-8.58%
Mezclador Twin-shaft LIEBH Electricidad CFE	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis	187.250	3.960	191.210	-30.8 kg CO2/m3	-13.86%
Mezclador Twin-shaft LIEBH Electricidad CFE	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas	187.250	3.072	190.322	-31.6 kg CO2/m3	-14.26%
Mezclador Twin-shaft LIEBH Electricidad CFE	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléct	187.250	15.668	202.918	-19.1 kg CO2/m3	-8.58%
Mezclador Ring-pan LIEBH Electricidad CFE	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis	177.998	3.960	181.958	-40.0 kg CO2/m3	-18.03%
Mezclador Ring-pan LIEBH Electricidad CFE	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas	177.998	3.072	181.070	-40.9 kg CO2/m3	-18.43%
Mezclador Ring-pan LIEBH Electricidad CFE	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléct	177.998	15.668	193.666	-28.3 kg CO2/m3	-12.75%

1. Hay solo dos clases de plantas muy diferentes explicadas solamente por el sistema de amasado :

- Los superiores a 200; son todos los sistemas de amasado con Revolvedora.
- Los inferiores a 200; son los Mezcladores que no están combinados con el Chasis eléctrica.

> Superior a 200

< Inferior a 200

2. El factor del amasado explica por más del 98 % (si no se toma en cuenta el chasis eléctrico) el factor total.

3. La planta de concreto con Revolvedora Tilt para mezclar no mejora significativamente el factor total de emisión ya que es de 217 kg CO2/m3 de concreto.

Hay una gran diferencia entre mezcladores :

-El Twin-shaft LIEBHERR mejora casi el 15 % el factor con un huella inferior a sistema clásico de 30 kg CO2/m3.

-El Ring-pan LIEBHERR mejora casi el 20 % el factor con un huella inferior a sistema clásico de 40 kg CO2/m3.

-Pero el tipo de transporte sigue no teniendo mucho impacto con menos del 1 % salvo con el chasis eléctrico pero negativamente.

SISTEMA AMASADO	ENERGIA	FACTOR	MEJORA VS	% MEJORA VS
	UTILIZADA	AMASADO+	REVOLVEDORA	REVOLVEDORA
	TRANSPORTE ACTIVO	TRANSPORTE	+CHASIS DIESEL	+CHASIS DIESEL
win-shaft LIEBHERR ra normal+Diesel chasis		191.210	-30.8 kg CO2/m3	-13.86%
win-shaft LIEBHERR Jora Plug-in+Chasis gas		190.322	-31.6 kg CO2/m3	-14.26%
win-shaft LIEBHERR Iybrid+Chasis eléctrico		202.918	-19.1 kg CO2/m3	-8.58%
Ring-pan LIEBHERR ra normal+Diesel chasis		181.958	-40.0 kg CO2/m3	-18.03%
Ring-pan LIEBHERR Jora Plug-in+Chasis gas		181.070	-40.9 kg CO2/m3	-18.43%
Ring-pan LIEBHERR Iybrid+Chasis eléctrico		193.666	-28.3 kg CO2/m3	-12.75%

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.3. IMPACT ASSESSMENT.

5.3.1. Impacto del CO2 del amasado mas el transporte.

Pág. 2 de 5

Importancia muy relativa del sistema de transporte :

- El factor de emisión de los diferentes sistemas de transporte con revolvedora no cambian **significativamente** el factor CO2 total de la planta de concreto cual sea su sistema de amasado.
- La excepción es el **chasis eléctrica pero con un efecto muy negativo** es superior a 5 % del factor total.

SISTEMA AMASADO	ENERGIA	FACTOR	% MEJORA VS
	UTILIZADA	AMASADO +	REVOLVEDORA
	TRANSPORTE ACTIVO	TRANSPORTE	+CHASIS DIESEL
Revolvedora normal	Diesel	221.968	0.00%
Revolvedora normal	Gas	221.114	-0.38%
Revolvedora normal	Electricidad chasis eléctrico	233.872	5.36%
Revolvedora eléctrica Plug-in	Diesel	221.634	-0.15%
Revolvedora eléctrica Plug-in	Gas	220.974	-0.45%
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad chasis eléctrico	231.301	4.20%

Comparación hipótesis del Inventario y resultados del Impacto real :

	Emisión muy alta de CO2
	Emisión CO2 mejorada

SISTEMA AMASADO	ENERGIA	ENERGIA	HIPOTESIS	REALIDAD
	UTILIZADA	UTILIZADA	CO2	CO2
	AMASADO	TRANSPORTE ACTIVO	DIRECTA o HUELLA	DIRECTA o HUELLA
Revolvedora normal	Diesel chasis	Diesel		
Revolvedora normal	Gas chasis	Gas		
Revolvedora normal	Electricidad chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctrico		
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis diesel	Diesel		
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Diesel		
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis gas	Gas		
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Gas		
Revolvedora eléctrica Hybrid	Electricidad chasis eléctrico	Electricidad chasis eléctrico		
Revolvedora eléctrica Plug-in	Electricidad CFE	Electricidad chasis eléctrico		
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis		
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas		
Revolvedora Tilt	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléc.		
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis		
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas		
Mezclador Twin-shaft Otros	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléc.		
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis		
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas		
Mezclador Twin-shaft LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléctrico		
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora normal+Diesel chasis		
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Plug-in+Chasis gas		
Mezclador Ring-pan LIEBHERR	Electricidad CFE	Revolvedora Hybrid+Chasis eléctrico		

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.3. IMPACT ASSESSMENT.

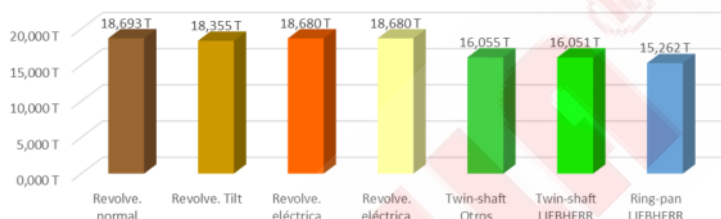
5.3.1. Impacto del CO2 del amasado mas el transporte.

-Ejemplo huella CO2 Cemento+Amasado+Transporte con 100,000 m3 y 300 kg de cemento/m3 :

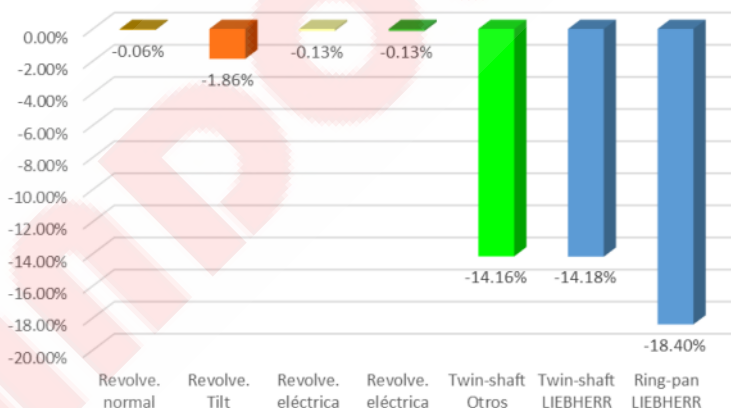
ANALISIS LCA : MEZCLADO por fuente de CO2.

Sistema amasado	Revolve. normal Chasis diesel	Revolve. normal Chasis gas	Revolve. Tilt Chasis diesel	Revolve. eléctrica Chasis diesel	Revolve. eléctrica Plug-in	Twin-shaft Otros Electricidad	Twin-shaft LIEBHERR Electricidad	Ring-pan LIEBHERR Electricidad
Huella CO2 Cemento :	18,660,000 KG	18,660,000 KG	18,286,800 KG	18,660,000 KG	18,660,000 KG	16,028,940 KG	16,028,940 KG	15,237,493 KG
CO2 Diesel o gas :	44,000 KG	33,000 KG	0,000 KG	0,000 KG	0,000 KG	0,000 KG	0,000 KG	0,000 KG
Huella CO2 Electricidad :	0,000 KG	0,000 KG	68,611 KG	20,172 KG	20,172 KG	25,876 KG	21,995 KG	34,415 KG
TOTAL CO2 :	18,704,000 KG	18,693,000 KG	18,355,411 KG	18,680,172 KG	18,680,172 KG	16,054,816 KG	16,050,935 KG	15,261,908 KG
Mejora vs Revolvedora	Base de comparac	-0.06%	-1.86%	-0.13%	-0.13%	-14.16%	-14.18%	-18.40%
Cemento :	99.76%	99.82%	99.63%	99.89%	99.89%	99.84%	99.86%	94.87%
Diesel	0.24%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Electricidad	0.00%	0.00%	0.37%	0.11%	0.11%	0.16%	0.14%	0.21%

Emisión directa y huella CO2 durante el mezclado :



Bajada emisión CO2 con respecto a Revolvedora sobre chasis Diesel



Comentarios :

1. La huella CO2 debido al cemento de una planta de concreto cual sea su sistema de amasado es muy alta con casi 20,000 toneladas de CO2.

Por comparación las emisiones totales del municipio de Monterrey eran de 2,6 millones de toneladas o sea 130 veces más que la emisión de la planta de concreto estudiada.

Otra comparación esta 20,000 toneladas representan la captación total de CO2 de los bosques y praderas de todo el estado de Nuevo León.

2. El diesel o el gas utilizado para mezclar no es el problema; representa muy poco de CO2 emitido con apenas 30 a 40 toneladas por año.

3. También la huella de la electricidad utilizada por los mezcladores es relativamente muy baja con 25 a 33 toneladas por año.

Pero cabe decir que contaminan menos que la revolvedora que se utiliza con chasis diesel o gas.

4. La Revolvedora Tilt tiene la emisión máxima de todos los sistemas para mezclar con con una huella de mas de 60 toneladas al año.

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

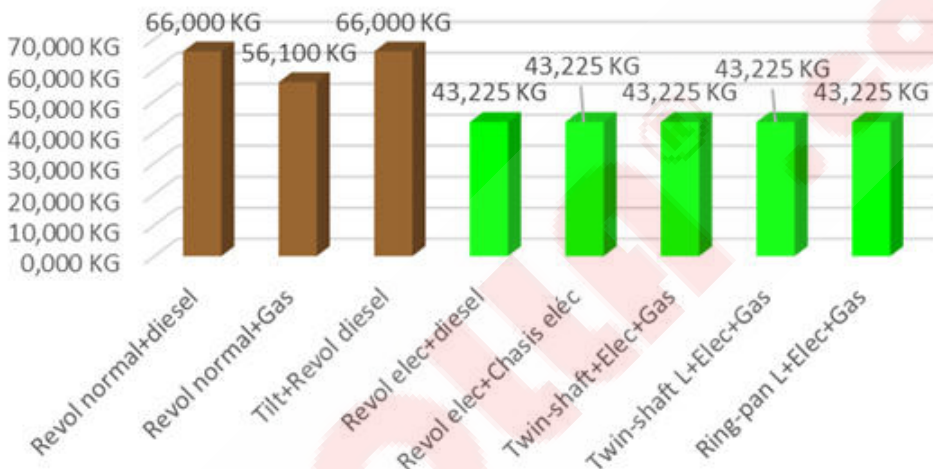
5.3. IMPACT ASSESSMENT. 5.3.1. Impacto del CO2 del amasado mas el transporte.

Pág. 1 de 5

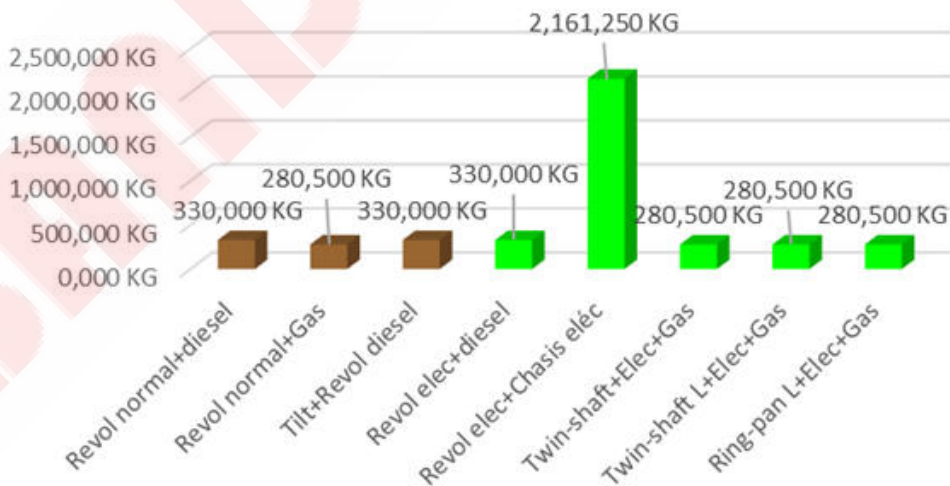
ANALISIS LCA TRANSPORTE :

Sistema amasado	Revolve. normal Chasis diesel	Revolve. normal Chasis gas	Revolve. Tilt Chasis diesel	Revolve. eléctrica Revolve. eléctrica	Revolve. eléctrica Revolve. eléctrica	Twin-shaft Otros Revolvedora eléctrica	Twin-shaft LIEBH Revolvedora eléctrica	Ring-pan LIEBH Revolvedora eléctrica
Energía carga-paradas :	66,000 KG	56,100 KG	66,000 KG	43,225 KG	43,225 KG	43,225 KG	43,225 KG	43,225 KG
Energía transporte activo :	Chasis diesel	Chasis gas	Chasis diesel	Chasis diesel	Chasis eléctrico	Chasis gas	Chasis gas	Chasis gas
Tiempo transporte activo	330,000 KG	280,500 KG	330,000 KG	330,000 KG	2,161,250 KG	280,500 KG	280,500 KG	280,500 KG
TOTAL TRANSPORTE CO2	396,000 KG	336,600 KG	396,000 KG	373,225 KG	2,204,475 KG	323,725 KG	323,725 KG	323,725 KG
% del total LCA	2.07%	1.77%	2.11%	1.96%	10.56%	1.95%	1.95%	2.05%

Emisión CO2 durante las paradas del transporte, de la revolvedora normal y la eléctrica.



Emisión CO2 durante el transporte activo, de los tipos de chasis.



Comentarios :

1. La huella CO2 debido al transporte de la orden de las 300 a 400 toneladas por año para 100,000 m3, Lo que es relativamente poco.
Por comparación un vuelo entre Paris y Mexico tiene una huella de 2,000 toneladas.
2. Casi no hay diferencia significativa en realidad entre las modalidades del transporte activo y las paradas
3. La excepción es el chasis eléctrico que si es 4 veces más contaminante con más de 2,000 toneladas CO2.

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO.

PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.3. IMPACT ASSESSMENT.

5.3.1. Impacto del CO2 del amasado mas el transporte.

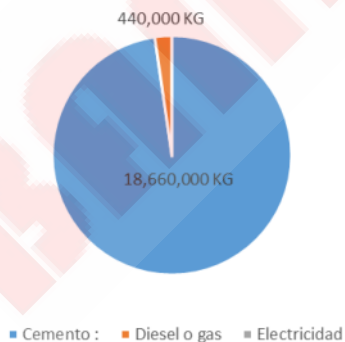
HUELLA TOTAL DE CO2 = HUELLA MEZCLADO + HUELLA TRANSPORTE.

ANALISIS LCA TOTAL :

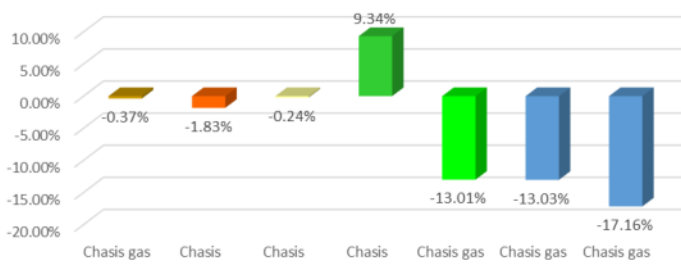
	Revolve. normal	Revolve. normal	Revolve. Tilt	Revolve. eléctrica	Revolve. eléctrica
Sistema amasado	Chasis diesel	Chasis gas	Chasis diesel	Chasis diesel	Revolve. eléctrica
Energia amasado	Chasis diesel	Chasis gas	Chasis diesel	Revolve. eléctrica	Revolve. eléctrica
Energia carga+paradas	Chasis diesel	Chasis gas	Chasis diesel	Chasis diesel	Chasis eléctrico
Energia transporte activo					
Cemento :	18,660,000 KG	18,660,000 KG	18,286,800 KG	18,660,000 KG	18,660,000 KG
Diesel o gas	440,000 KG	369,600 KG	396,000 KG	330,000 KG	0,000 KG
Electricidad	0,000 KG	0,000 KG	68,611 KG	63,397 KG	2,224,647 KG
TOTAL CO2	19,100,000 KG	19,029,600 KG	18,751,411 KG	19,053,397 KG	20,884,647 KG
Mejora vs Revolvedora	Base de comparación	-0.37%	-1.83%	-0.24%	9.34%

	Twin-shaft Otros	Twin-shaft LIEBHERR	Ring-pan LIEBHERR
Sistema amasado	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Energia amasado	Revolvedora eléctrica	Revolvedora eléctrica	Revolvedora eléctrica
Energia carga+paradas	Chasis gas	Chasis gas	Chasis gas
Energia transporte activo			
Cemento :	16,028,940 KG	16,028,940 KG	15,227,493 KG
Diesel o gas	0,000 KG	0,000 KG	0,000 KG
Electricidad	586,876 KG	582,995 KG	595,415 KG
TOTAL CO2	16,615,816 KG	16,611,935 KG	15,822,908 KG
Mejora vs Revolvedora	-13.01%	-13.03%	-17.16%

Revolvedora diesel para mezclar y transportar



Bajada emisión CO2 con respecto a Revolvedora sobre chasis Diesel



Conclusiones :

- Solo en las plantas de concreto donde hay un sistema de Mezclado Central, hay mejora** y de manera muy significativa la huella CO2 la cual baja a casi solo 15,000 toneladas.
- Es destacado que mas la calidad y la intensidad del mezclador aumenta, mas **se limita la emisión de CO2, y en el caso del Ring-pan se cifra es casi 15,000 toneladas** (el doble Batidor si lo logra).
- TODAS las plantas de concreto donde se mezcla el concreto con una Revolvedora** sobre chasis o Revolvedora Tilt **tiene una huella CO2 de casi 20,000 toneladas** al año por 100,000 m3.
- El chasis eléctrico empeora la huella CO2.

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA PARCIAL DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.4. INTERPRETATION AND REVIEW OF RESULTS.

5.4.1. Interpretación de la LCA parcial del CO2 del amasado mas el transporte. 1 de 2

- La estrategia de un concretero al público se define tomando en cuenta que el abastecimiento de cemento y huellas en Mexico son bastante fijos :

- * No hay oferta a gran escala un cemento con menor huella de carbono.
- * La huella CO2 de la electricidad es muy alta y no hay señal tecnológico al nivel nacional que vaya a cambiar durante los próximos años.
- * No hubo durante los últimos años y se vislumbra una mejora de la calidad del diesel de PEMEX en cuanto a contenido de azufre, lo cual dificulta ya hace mas costoso utilizar motores térmicos menos contaminantes (ver normas Europa-USA ...).

- Propuestas sobre las prioridades para bajar la huella CO2 de una planta de concreto que en la actualidad mezcla su concreto con una revolvedora :

1. **PARAR DE UTILIZAR LA REVOLVEDORA (Olla o Tilt) PARA AMASAR EL CONCRETO**; tal como esta hecho por 75 % de las plantas de concreto del mundo.
2. **Invertir en un Mezclador eléctrico** : el Analisis de Costo-beneficio (*LCC Life Cycle of Cost*) demuestra una rentabilidad muy alta gracias a un ahorro muy importante de cemento.
Ver Estudio de Mezclado Central : [Parte 2 Base científica](#); [2.5. Ahorro total cemento+olla+diesel](#).
[Parte 4 Soluciones; Programa P1 Ahorros con Twin-shaft versus Olla](#).

Además que el Mezclado Central mejora las cualidades del cemento.

Ver Estudio Mezclado Central : [Parte 2 Base científica](#); [2.3. Mejores cualidades](#).

3. **Utilizar una Revolvedora eléctrica** para estar utilizada durante las paradas del transporte.
3. Utilizar un chasis más eficiente y menos contaminante que el diesel; con gas, motor diesel Stage 5, uso de combustible más limpio etc.
4. **No utilizar el chasis eléctrico**, que de hecho todavía no existe en el mercado Mexicano para soportar una revolvedora de 8 m3.

-LCA parcial CO2 : limites y perspectivas.

Todavía hay fases de la vida del concreto que faltan por estudiar :

Fase n° 3 : colocación, los principales a priori serán;

* Uso de la bomba; implica mas cemento y más cemento para poder alcanzar el revenimiento de 14 técnicamente para poder utilizarlas.

* Uso de la BANDOLLA o de la Banda montada sobre chasis : permite utilizar cualquier revenimiento, y entonces el uso del cemento con fines de fluidisante.

Fase n° 4 : uso de concreto y fin de vida.

* La carbonación es natural; es decir la absorción del CO2 y el regreso del cemento a su estado original de CaCO3. Si hubo un carbonación “preventiva” o artificial durante el amasado, será una tanta cantidad que se sustituirá a la carbonación natural.

* El reciclaje del concreto de edificios o construcción inutilizadas o destruidas es un punto muy importante del balance del ciclo de vida del CO2 de una planta de concreto.

Empezaremos con el concreto no entregada y desechado así que las aguas de lavado de la revolvedora.

Otros contaminantes o parámetros deberán estar estudiados y podrían contrabalancear el resultado del ciclo CO2; ejemplo las partículas finas o el NOx emitidas por el motor diesel pueden dar más peso a la decisión e cambiar al motor eléctrico a pesar de su huella CO2 no tan favorable.

Otro ejemplo; el análisis el uso del agua, riqueza muy escasa en unas regiones de México deberían dar más peso todavía al uso del mezclado central ya que la revolvedora utiliza una cantidad de agua a la vez más alta y descontrolada, lo que promueve el uso excesivo del cemento por m3.

ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.4. INTERPRETATION AND REVIEW OF RESULTS.

5.4.1. Interpretación de la LCA parcial del CO2 del amasado mas el transporte. 2 de 3

**A SUSTAINABLE FUTURE FOR
THE EUROPEAN CEMENT AND
CONCRETE INDUSTRY**

Technology assessment for full decarbonisation
of the industry by 2050

ETH zürich

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

- Opinión de los investigadores más avanzados del mundo :

Karen SCRIVENER, directora del Laboratorio
de Materiales de Construcción de la *École
polytechnique fédérale de Lausanne* SUIZA;
“Sin embargo afirma que el hormigón es
ecológicamente amigable y local”.

**Según ella, el problema no es tanto el hormigón
en sí como las cantidades producidas y
utilizadas.**

- **Guillermo HABERT**, profesor de construcción sostenible en el *Swiss Federal Institute of Technology
de Zúrich* SUIZA, miembro del comité académico de la fundación LafargeHolcim para la construcción
sostenible.

“Hoy en día, podríamos reducir fácilmente a la mitad el impacto ambiental del hormigón tal como se
utiliza actualmente, actuando sobre dos palancas : por un lado, los aditivos para el cemento (-20 %) - es
decir, las adiciones de tipo puzzolánicas (humo de sílice, cenizas volantes, escoria de horno, polvo de
vidrio reciclado, etc.) que reducen la proporción de clínker en el cemento – y, **por otro lado, la industria
del hormigón (- 30 %).**

Tendemos a reducir el hormigón a cemento, pero olvidamos que el **concreto es un sector en el que se
puede optimizar cada eslabón**. El productor de hormigón puede optar por poner 200 o 300 kg de
cemento para resistencias casi equivalentes. El ingeniero civil recomendará una determinada clase de
exposición 5, la misma en todo el edificio, mientras que el hormigón menos expuesto requerirá menos
cemento. La empresa constructora pedirá más hormigón del necesario por seguridad. El director del
proyecto dimensionará el trabajo un poco más amplio, etc. **Si combinamos todas las posibilidades
disponibles para estos jugadores, ya podríamos reducir considerablemente la participación del
cemento en la construcción.**

El **“hormigón bajo en carbono”** es también un hormigón clásico, pero en el que se optimizan las
cantidades de arena, grava y cemento.

Nuestro estudio 8 ha demostrado que un contratista de hormigón tiende a vender hormigón que tiene entre
un 10 y un 20 % más de cemento que el estándar solicitado, porque el material es más fluido y, por lo
tanto, más fácil de usar. Por lo tanto, **podríamos reducir la cantidad de cemento entre un 10 y un 20 %
simplemente respetando la norma.**

Para 2050, no tendremos tiempo de inventar un material completamente revolucionario y dada la
urgencia de la acción, quizás sea mejor hacer con lo que ya tenemos y hacerlo bien, porque las ganancias
no son desdeñables. Estamos hablando de un 50% menos de cemento.



ESTUDIO ECOLOGIA : LCA DE UNA PLANTA DE CONCRETO. PARTE N°5 : SIMPLIFIED LCA.

5.4. INTERPRETATION AND REVIEW OF RESULTS.

5.4.1. Interpretación de la LCA parcial del CO2 del amasado mas el transporte 3 de 3

- Artículo científico sobre LCA parcial comparando Amasado por Revolvedora y por Mezclador :Ver ESTUDIO MEZCLADO CENTRAL : [Parte 2 Base Científica 2.2.1. Artículo original.](#)



Technical and environmental effects of concrete production: dry batch versus central mixed plant

Bogdan Cazacliu*, Anne Ventura

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, rte de Bouaye, BP 4129, 44341 Bouguenais cedex, France

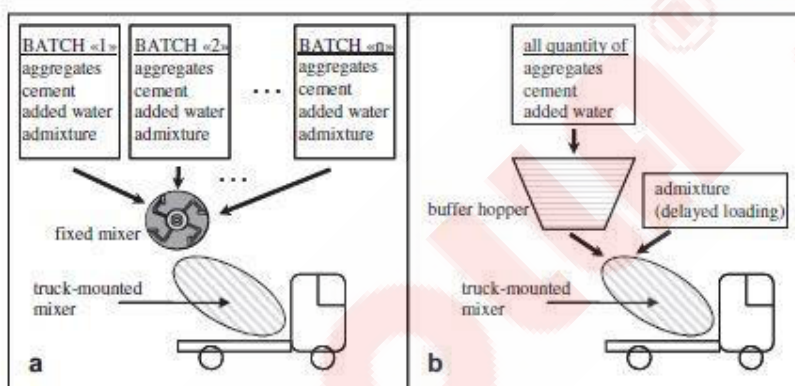


Fig. 1. Main types of manufacturing processes for ready mixed concrete. (a) Central mixed concrete plant and (b) Concrete dry batch plant.

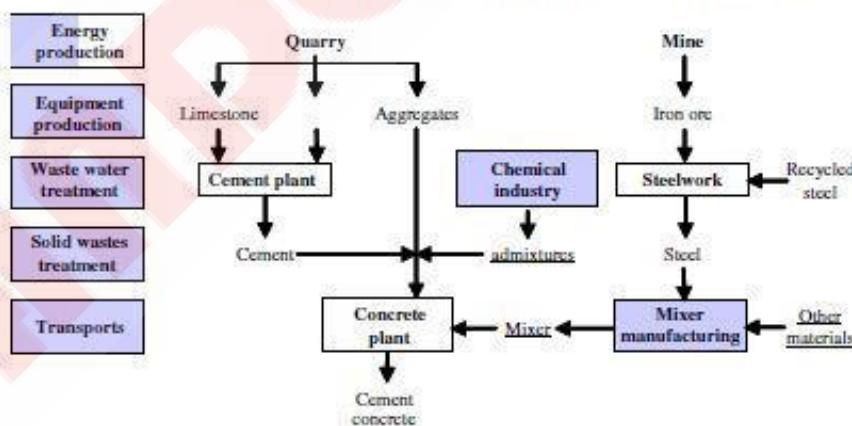


Fig. 2. Scheme of the environmental system. Grey box: process schemed but not included in the system, underlined text: material schemed but not included in the system.

* Principales conclusiones :

“La producción de concreto por mezclado central es una herramienta eficiente para controlar la producción, especialmente la cantidad de agua y el cemento.

“Este sistema de amasado permite con regularidad una reducción de la dosis de cemento estimado a 20 kg/m³”

“Con el sistema de mezclado central, la bajada de emisión para Europa podría ser de 4,38,064 toneladas o sea 0.074% del total de todas las emisiones”

“No parece tanto del total pero dependerá del país”.

“En Francia, el uso del mezclador es obligatorio pero en otros países, pero donde el uso de un mezclador no es obligatorio, la bajada de emisión de gases podría ser muy importante en relación al total de las emisiones del país”.