

Webinario: Midiendo la Electromovilidad en el Comercio Internacional: El Caso de los Buses Eléctricos

José Durán Lima – Jefe de la Unidad de Integración Regional
Matthew Gomies – Oficial Asociado de Asuntos Económicos
Ira Ronzheimer – Asistente de Investigación
Cristóbal Budnevich – Consultor

División de Comercio Internacional e Integración
CEPAL, Naciones Unidas



9 de Marzo 2022, Santiago de Chile

Agenda

- Objetivos generales del Proyecto *“Política industrial y electromovilidad en el comercio internacional”*.
- Limitaciones del Sistema Armonizado
- **Presentación y Discusión de Metodología**
- Aplicación de metodología en el análisis de comercio
- Desarrollo de una Plataforma interactiva para analizar el comercio en electro movilidad
- Cierre



Metodología: La desagregación de un bus eléctrico

12 m. autobus simple



18 m. autobus articulado



24 m. autobus bi-articulado



Autobus de 2 pisos



Approx. un 80% de los buses operados en Latino América son de ese tipo, por eso decidimos usar un bus eléctrico de ese modelo como punto de referencia.

Metodología: La desagregación de un bus eléctrico

- Modelo de referencia: **Mercedes Benz eCitaro** (dada la disponibilidad de información), vea foto derecha.
- Bus 100% eléctrico con cero emisiones.
- Batería de **nickel-mangan-cobalto (NMC111)** con 10 modules de batería, cada una con una capacidad de 24 kw/h (implica **240 kw/h**), se instalan cuatro módulos en la parte trasera y seis en la parte superior del bus.
- El eCitaro pesa unas **13,44 toneladas** (con 10 módulos de batería).
- Junto con un **peso bruto del vehículo de 19,5 toneladas**, esto corresponde a una carga útil de más de seis toneladas.
- **12 metros de longitud** y capacidad para 80 personas (30 asientos).

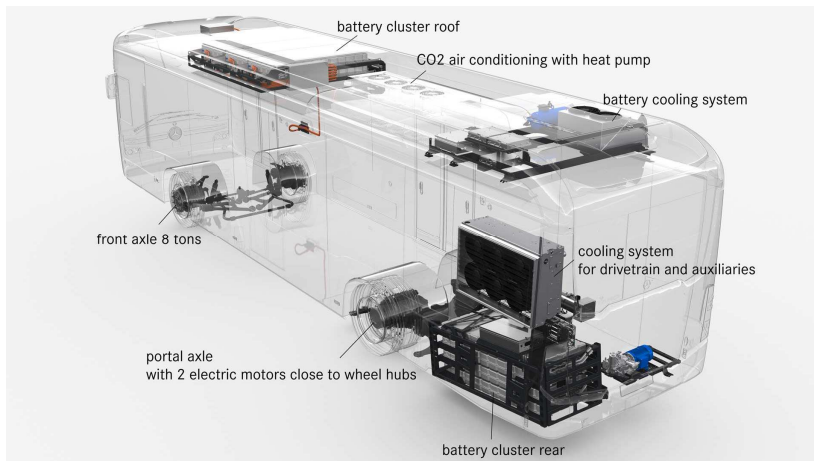


Source: <https://www.autodevot.com/2018/07/mercedes-benz-ecitaro-debuts-150-km-range/>

- En condiciones perfectas, el eCitaro tiene **una autonomía de 280 km**, con aire acondicionado se reduce a **170 km**.

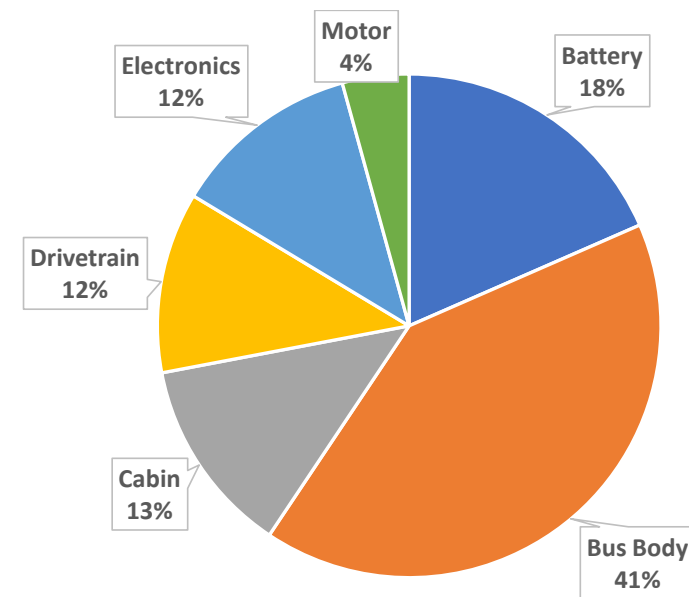
Metodología: La desagregación de un bus eléctrico

- **Top-Down Approach** (identificar primero grandes clusters y después piezas y partes asociadas)
- No solo se identificó los productos pero también se estimaron sus **pesos** (vea gráfico derecho)
- **Principales fuentes:** Información oficial del productor, plan de rescate para bomberos, revistas, proveedores de piezas y partes (Alibaba, Truckshop etc.)



Fuente: <https://www.autodevot.com/2018/07/mercedes-benz-ecitaro-debuts-150-km-range/>

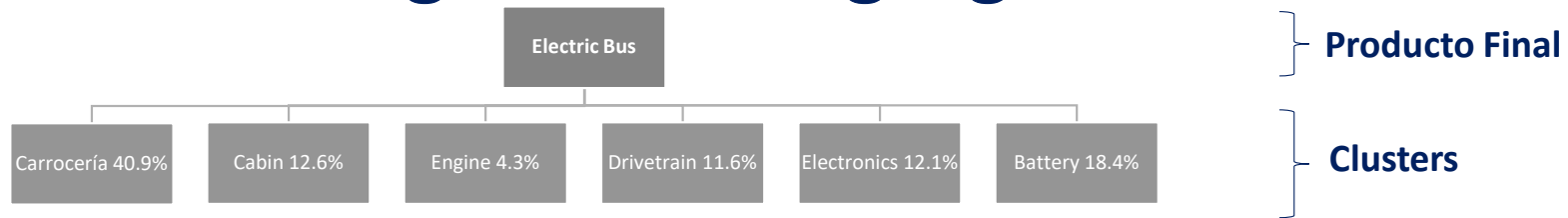
Gráfico: Clusters del eCitaro y proporción del peso total (13.4 toneladas)



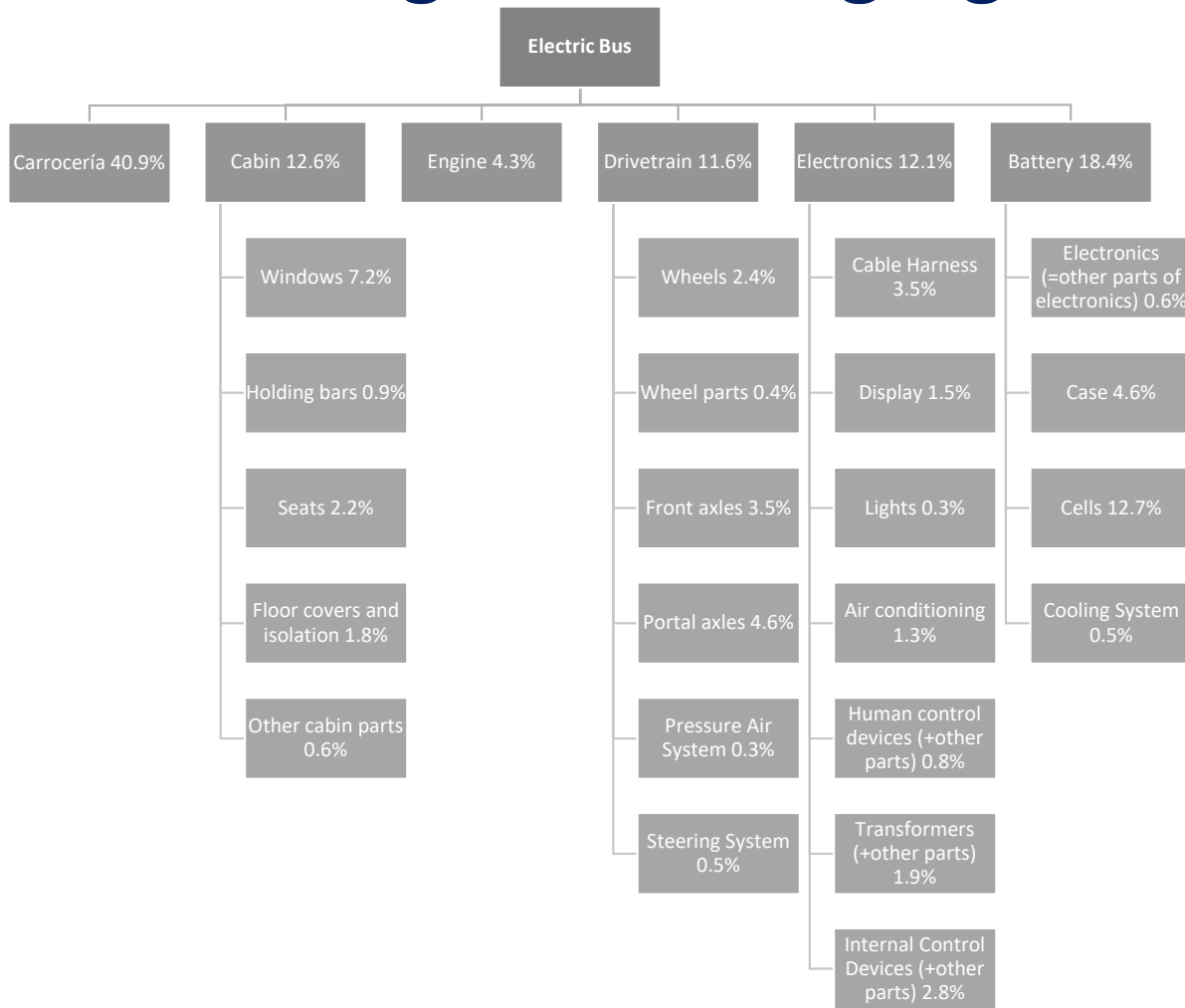
Fuente: Elaboración propia.

Sobreestimamos el peso del bus: Actualmente asumimos un peso de 13.68 toneladas (**280 kg demás**)

Metodología: La desagregación de un bus eléctrico



Metodología: La desagregación de un bus eléctrico



Productos Final

Clusters

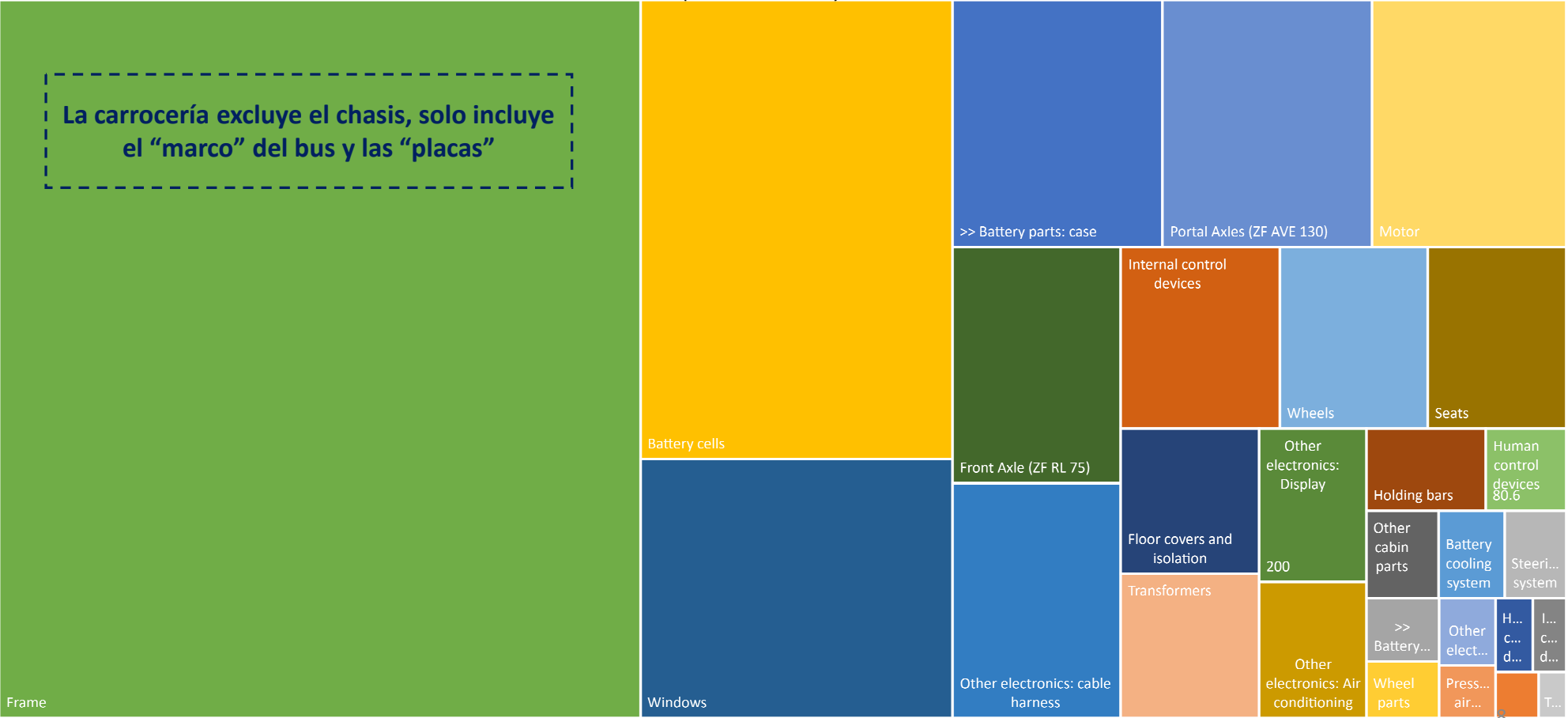
Sub-Clusters

- Además creamos un **cluster de partes y piezas de menor tamaño** que están implicados por los (sub-)clusters (tornillos, preparados lubricantes, rodamientos etc.)
- Para productos de dicho cluster no asumimos pesos, son tratados como **dummies**

Sobreestimamos el peso del bus: Actualmente asumimos un peso de 13.68 toneladas **(280 kg demás)**

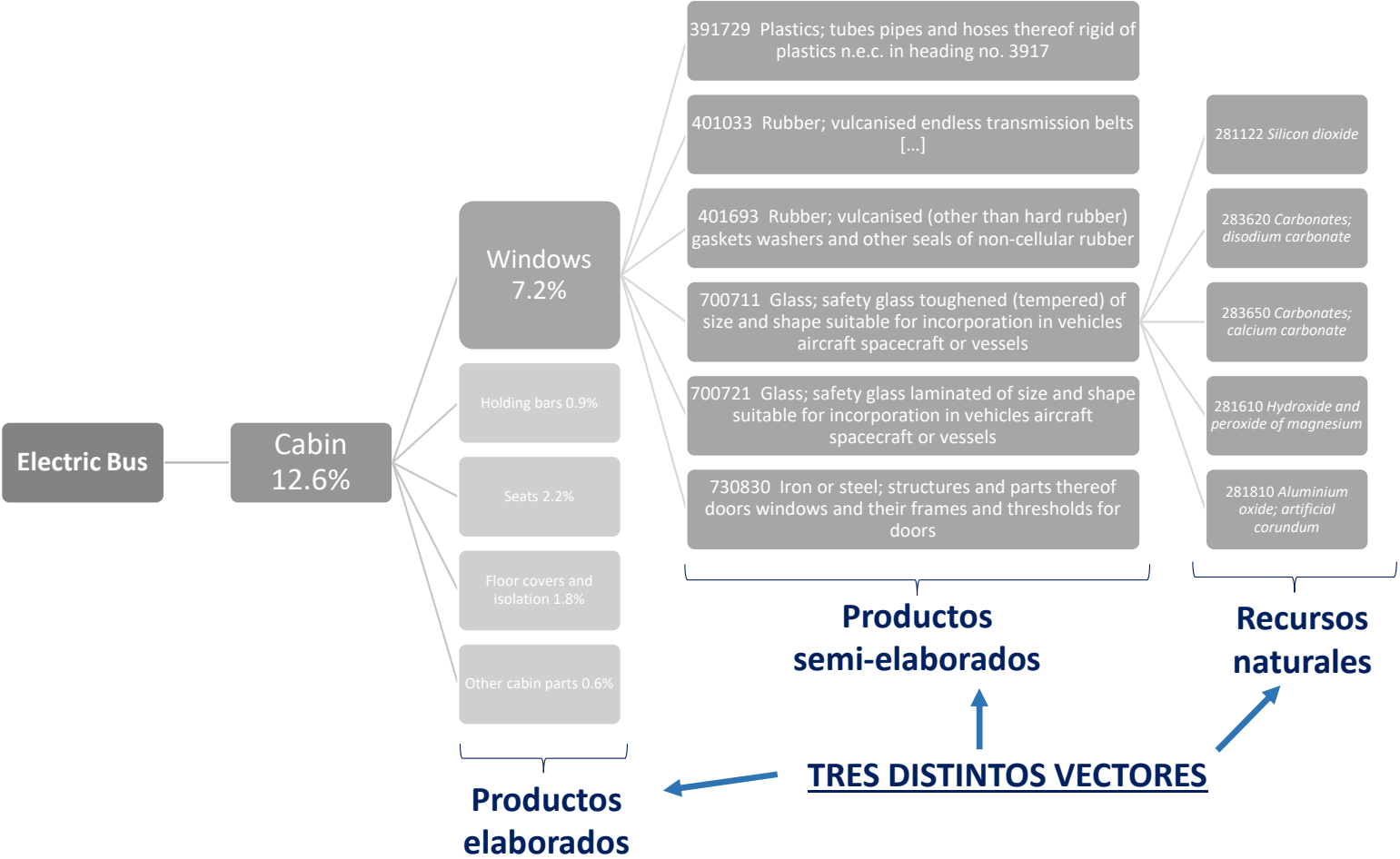
Metodología: La desagregación de un bus eléctrico

Gráfico: Sub-clusters del eCitaro y representación de la proporción (13.4 toneladas)

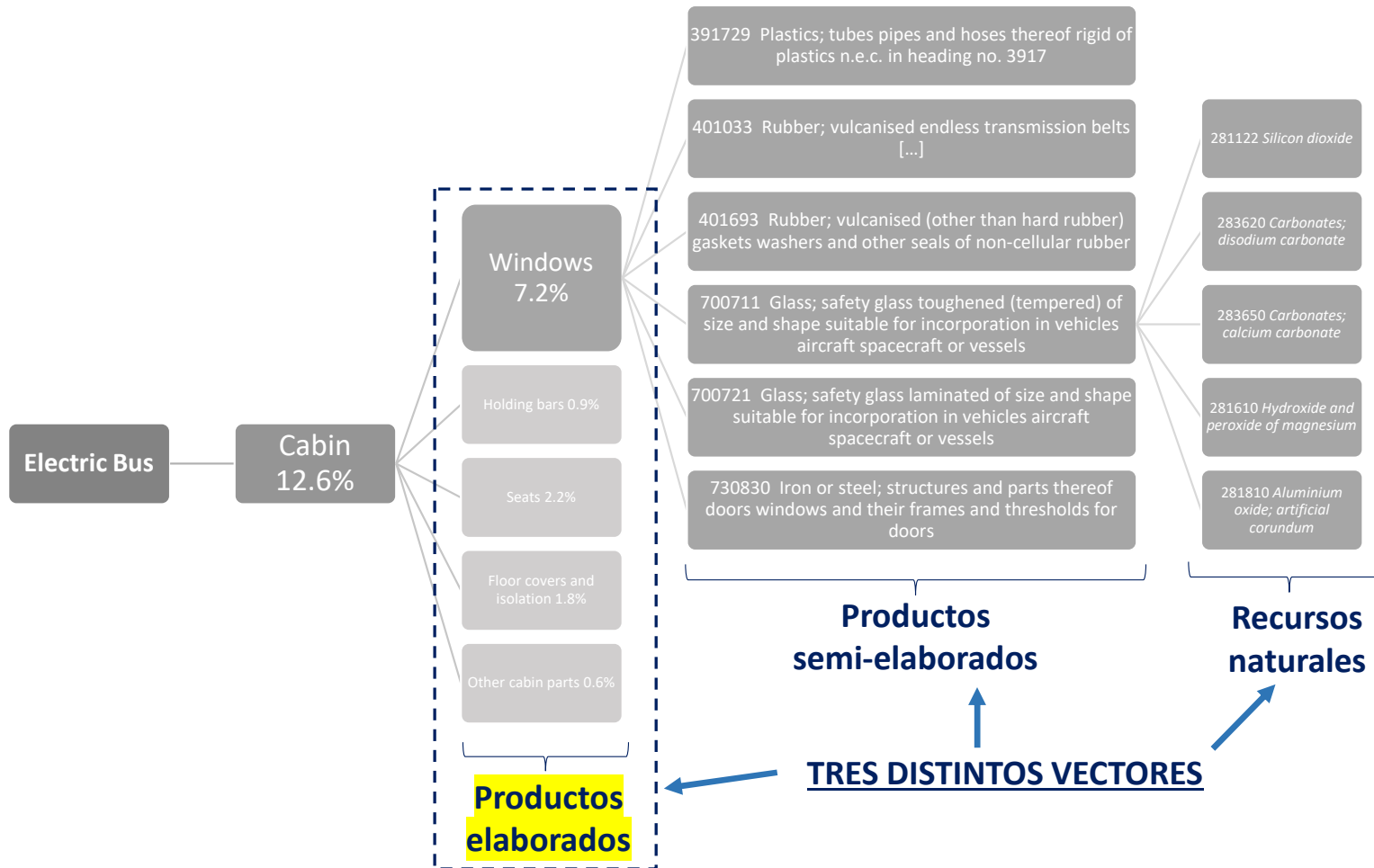


Fuente: Elaboración propia.

Metodología: La desagregación de un bus eléctrico



Metodología: La desagregación de un bus eléctrico



- Un 9% (975 kg) del peso total del bus eléctrico **no se desagrega** (productos están solo incluidos en el vector “productos elaborados”)
- Son en primer lugar **productos eléctricos** como transformers y semiconductores
- No fueron desagregados por el **alto grado de elaboración**
- **Motores eléctricos** incluidos en el cluster human control devices (no son los motores eléctricos del bus)

Metodología: La desagregación de un bus eléctrico

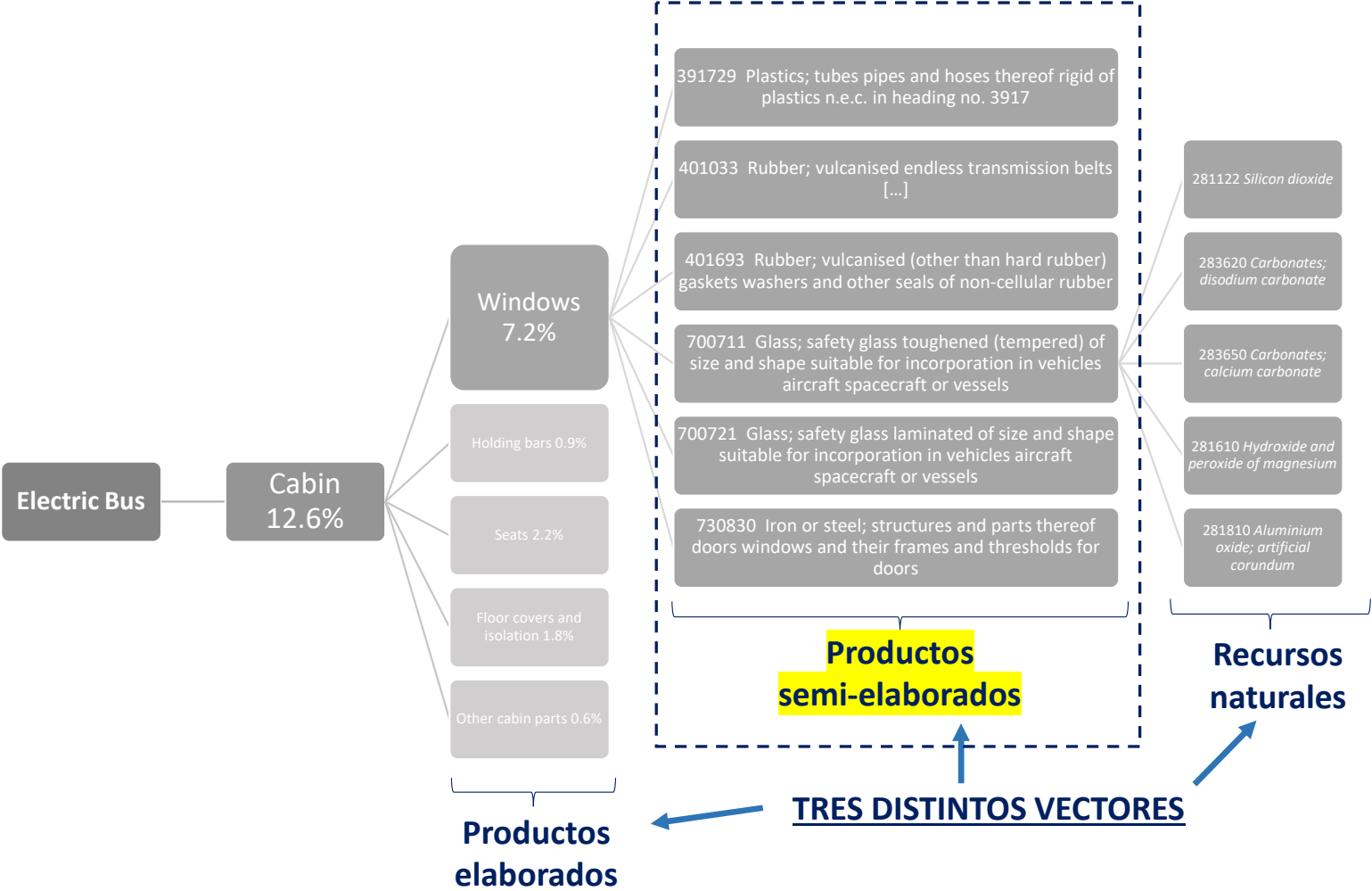
Productos elaborados sin desagregación



- Un 9% (975 kg) del peso total del bus eléctrico **no se desagrega**

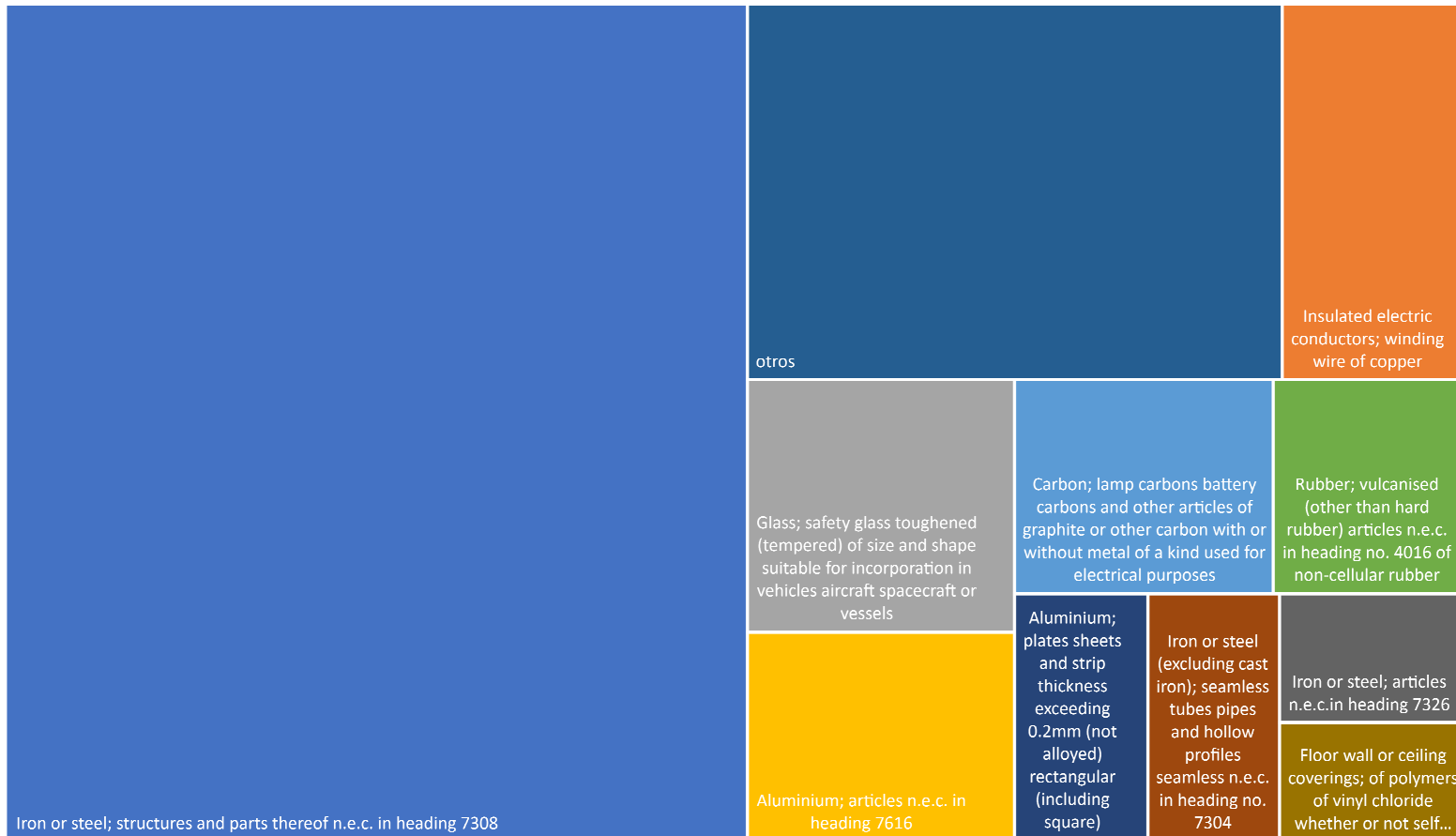
Fuente: Elaboración propia.

Metodología: La desagregación de un bus eléctrico



Metodología: La desagregación de un bus eléctrico

Top 10 productos semi-elaborados



- Los top 10 productos semi-elaborados **representan 77.6%** del peso total del bus
- Ese nivel del vector da una buena idea de los recursos principales requeridos para producir un bus eléctrico
- Los insumos principales son **acero** (y productos elaborados de acero), **vidrio, aluminium y caucho**

Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Bus Body (descripción y supuestos)



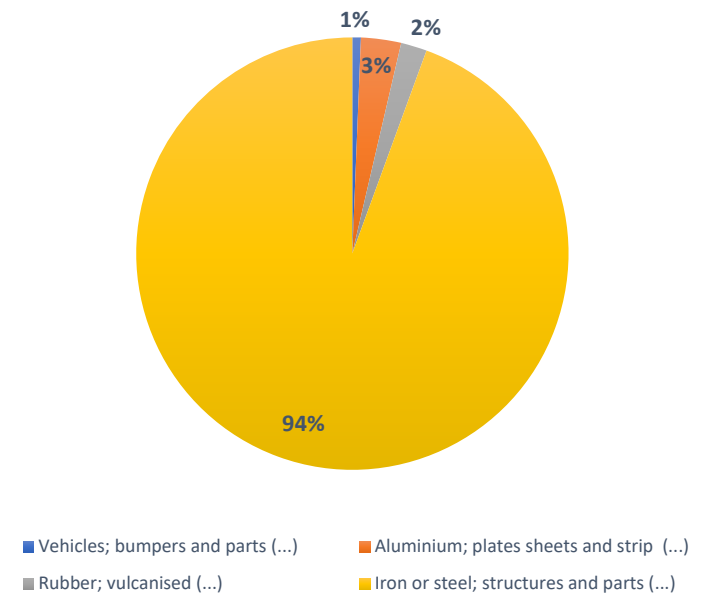
- El marco debe entenderse como la carcasa exterior del autobús sin partes interiores como asientos, pisos, etc.
- No se contó con información sobre el peso total de la carrocería o del marcode del autobús, por lo que se estimó su peso en base al peso de la carrocería de un Mercedes-Benz GLA.
- El chasis también está incluido en el drivetrain cluster.
- La pintura fue desestimada.

Cluster: Bus Body



Elaborated Product			Intermediate Products	
870790	Vehicles; bodies (...)	5600kg	870810	Vehicles; bumpers and parts thereof for the vehicles of heading no. 8701 to 8705 32.1kg
			760611	Aluminium; plates sheets and strip thickness exceeding 0.2mm (not alloyed) rectangular (including square) 150.0kg
			401699	Rubber; vulcanised (other than hard rubber) articles n.e.c. in heading no. 4016 of non-cellular rubber 97.3kg
			730890	Iron or steel; structures and parts thereof n.e.c. in heading 7308 4720.5kg

Vehicle bodies (...): Semi-elaborated products



Fuente: Elaboración propia.

Sobreestimaos el peso del bus: Actualmente asumimos un peso de 13.68 toneladas **(280 kg demás)**

Cluster: Cabin (descripción y supuestos)

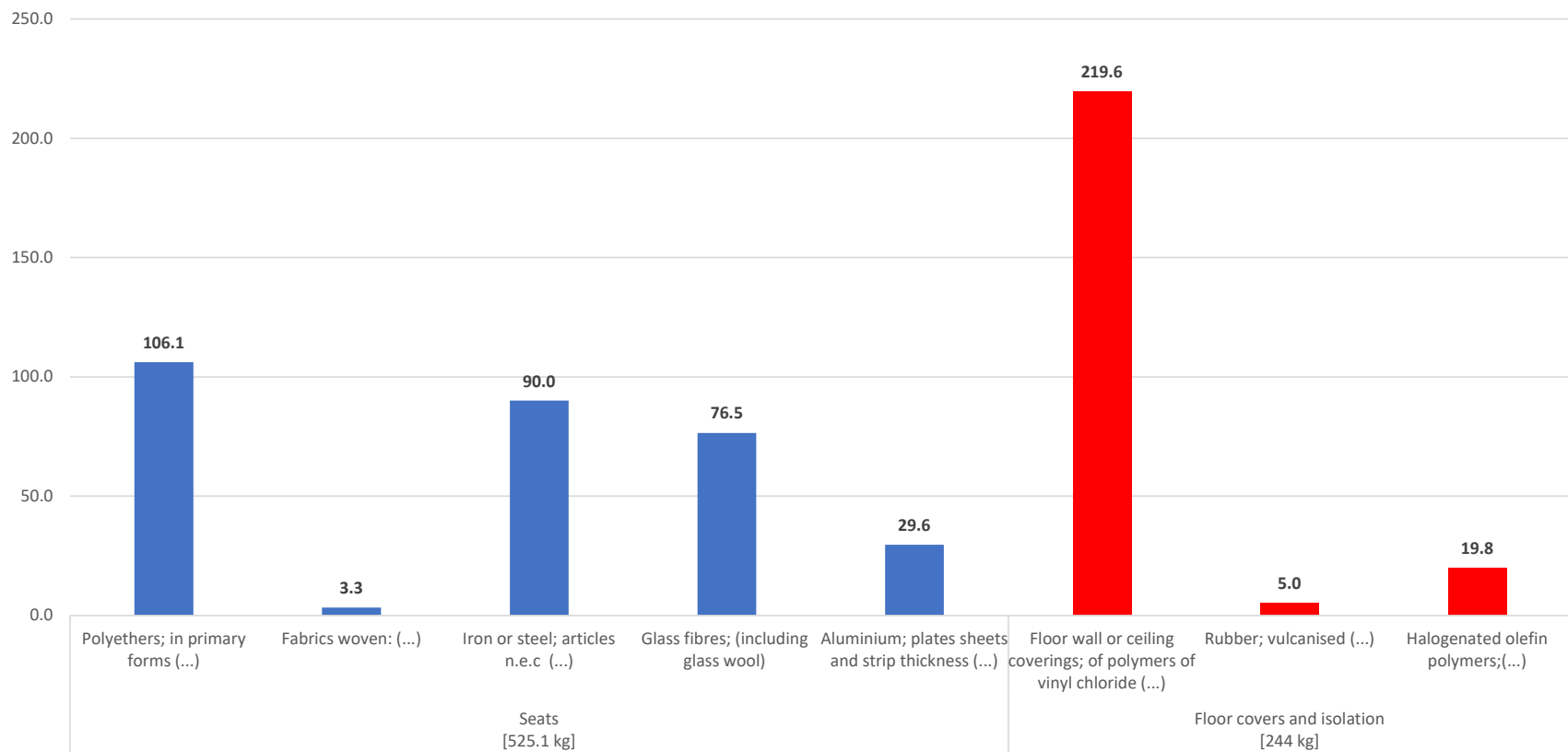
- Este clúster contiene básicamente los elementos de interacción con los pasajeros o el conductor.
- El sub-cluster 'holding bars' está hecho de tubos tubulares de hierro o acero solamente, que a su vez están hechos solo de hierro.



Fuente: <https://www.autodevot.com/2018/07/mercedes-benz-ecitaro-debuts-150-km-range/>

Cluster: Cabin

Sub-clusters: Floor covers and isolation and Seats

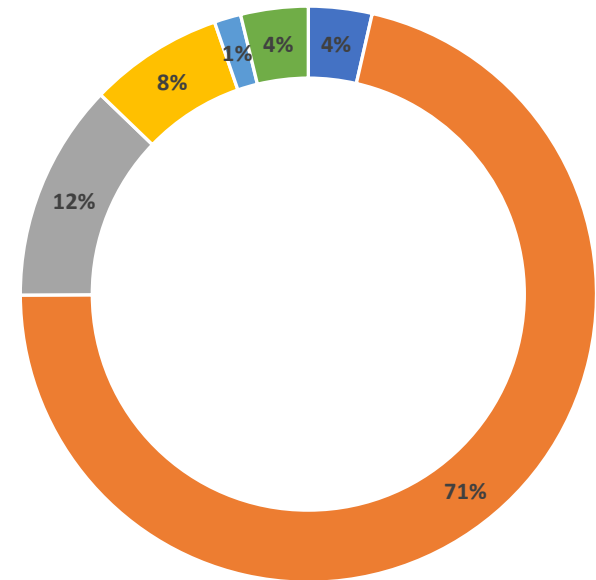


Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Cabin

Sub-cluster Windows

Elaborated Product			Intermediate Products		
-	Windows (...)	981.7kg	700721	Glass; safety glass laminated of size and shape suitable for incorporation in vehicles aircraft spacecraft or vessels	35.0
			700711	Glass; safety glass toughened (tempered) of size and shape suitable for incorporation in vehicles aircraft spacecraft or vessels	700.8
			401693	Rubber; vulcanised (other than hard rubber) gaskets washers and other seals of non-cellular rubber	120.0
			730830	Iron or steel; structures and parts thereof doors windows and their frames and thresholds for doors	74.0
			401033	Rubber; vulcanised endless transmission belts of trapezoidal cross-section (V-belts) V-ribbed of an outside circumference exceeding 180cm but not exceeding 240 cm	14.8
			391729	Plastics; tubes pipes and hoses thereof rigid of plastics n.e.c. in heading no. 3917	37.1



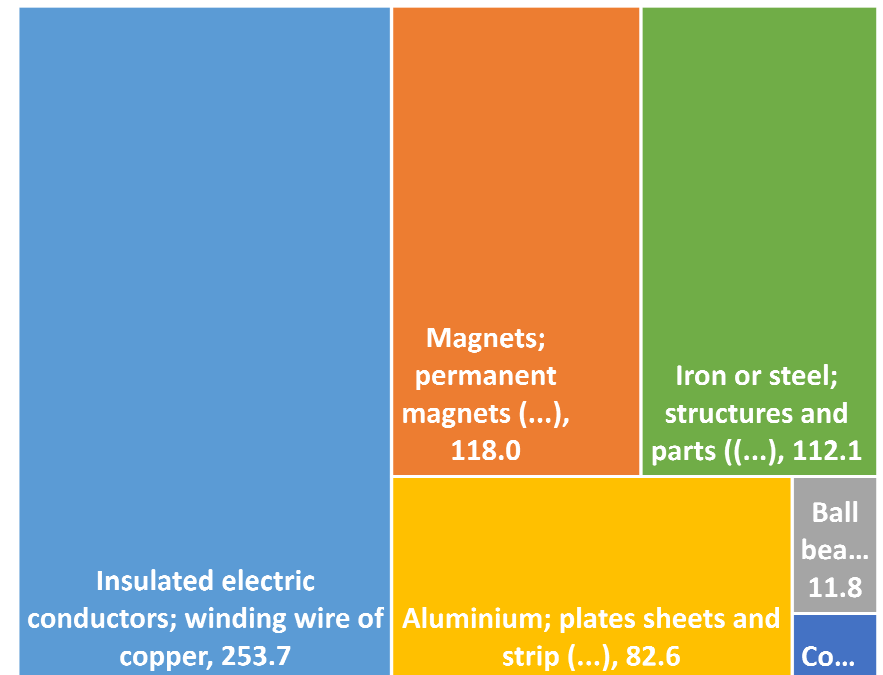
- Glass, safety glass laminated (...)
- Glass, safety glass toughened (tempered) [...]
- Rubber; vulcanised (...)
- Iron or steel; structures and parts (...)
- Rubber; vulcanised (...)
- Plastics; tubes pipes and hose (...)

Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Engine (descripción y supuestos)



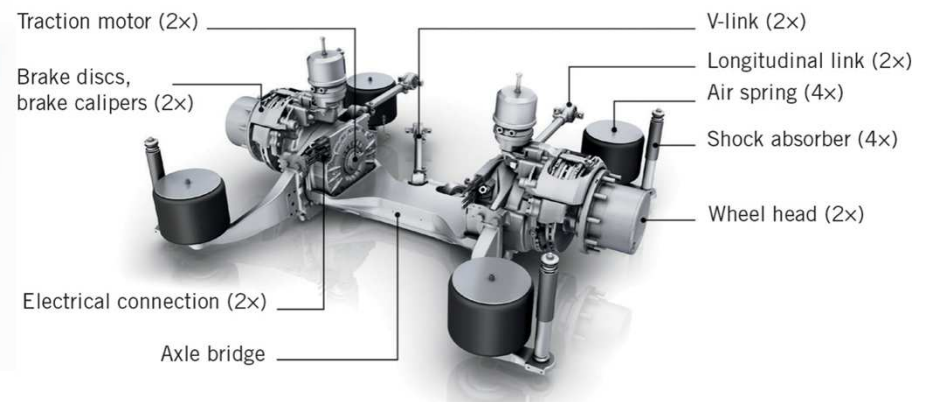
- El bus tiene dos motores eléctricos en el eje portal (584kg).
- Asumimos que los autobuses eléctricos no necesitan caja de cambios ni embragues, ya que solo tienen una marcha.
- Comprende solamente el sub-cluster del motor.



Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Drivetrain (descripción y supuestos)

- Se asume que el autobús tiene seis ruedas en total (no incluye una rueda de reserva) y que los frenos son de discos. Además posee un eje frontal y portal (en la foto), Sistema de guiado y de suspensión.

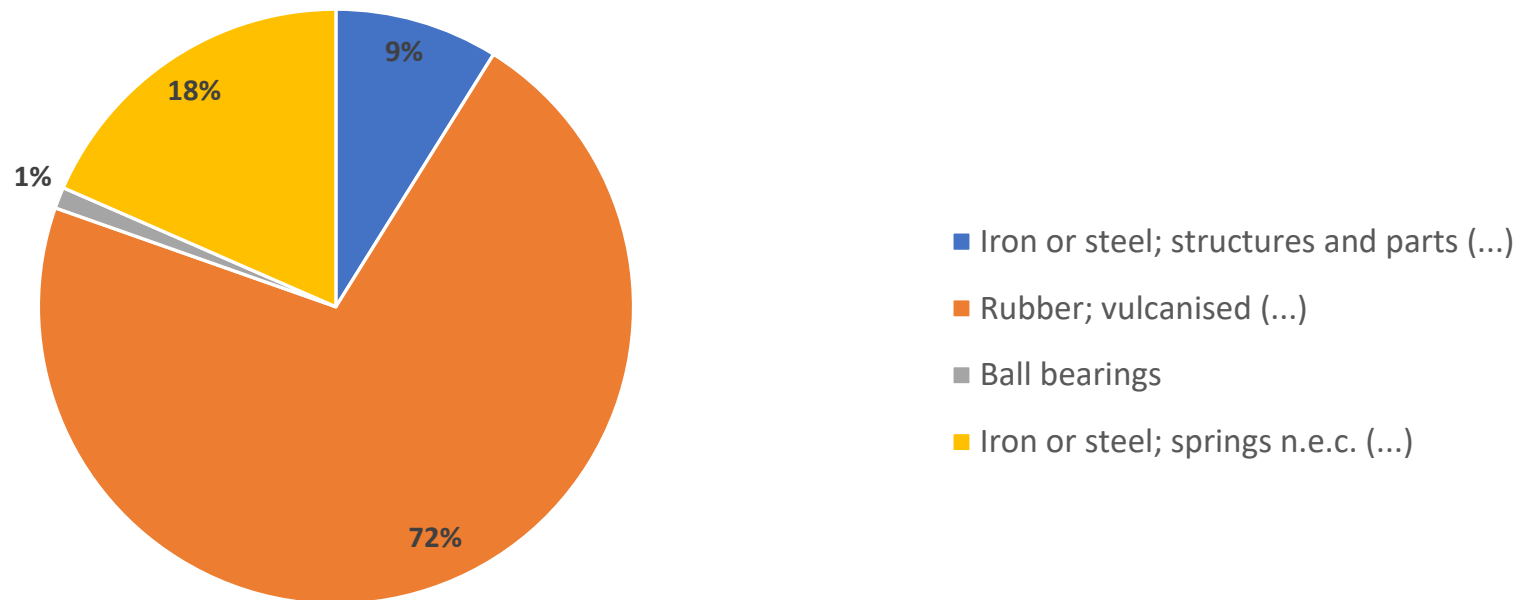


Fuente:

https://www.buildersbuses.net/public/en_TI_eCitaro_2019.pdf

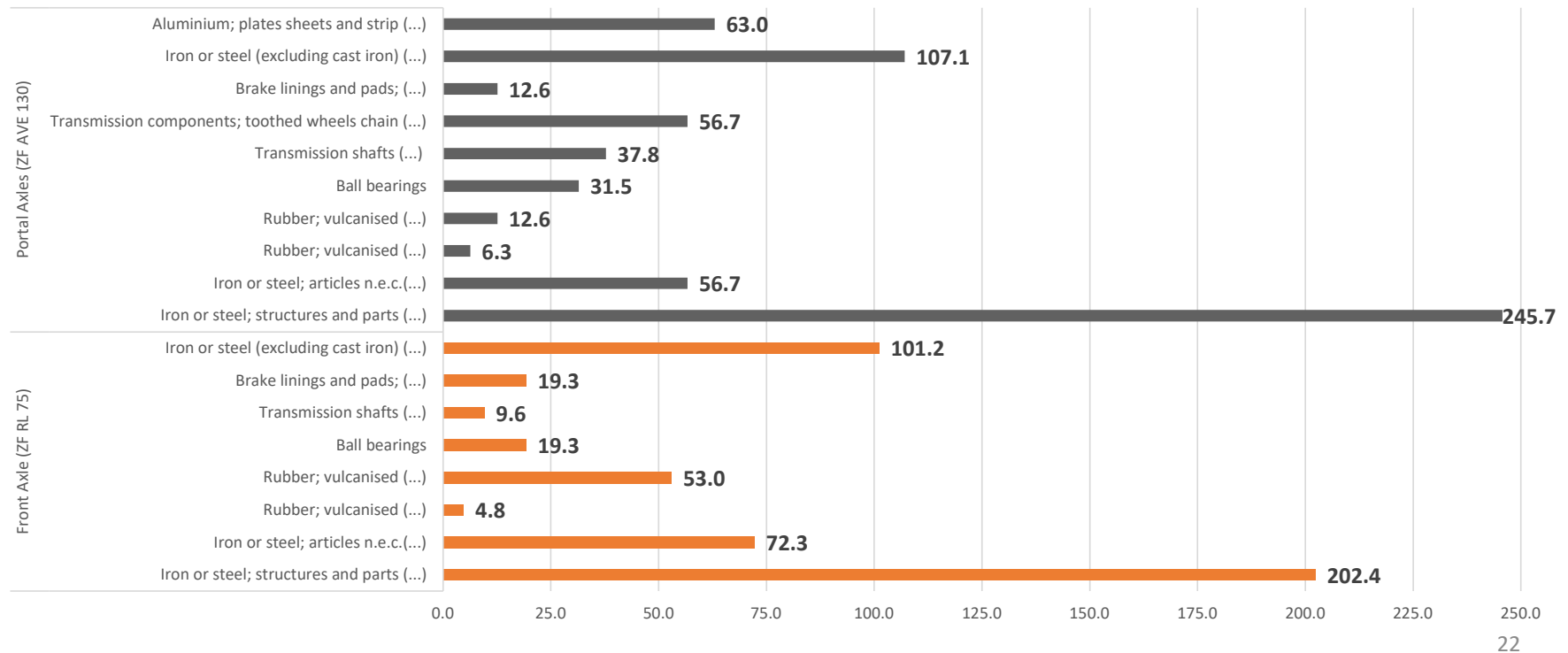
Cluster: Drivetrain

Sub-cluster: Wheels



Cluster: Drivetrain

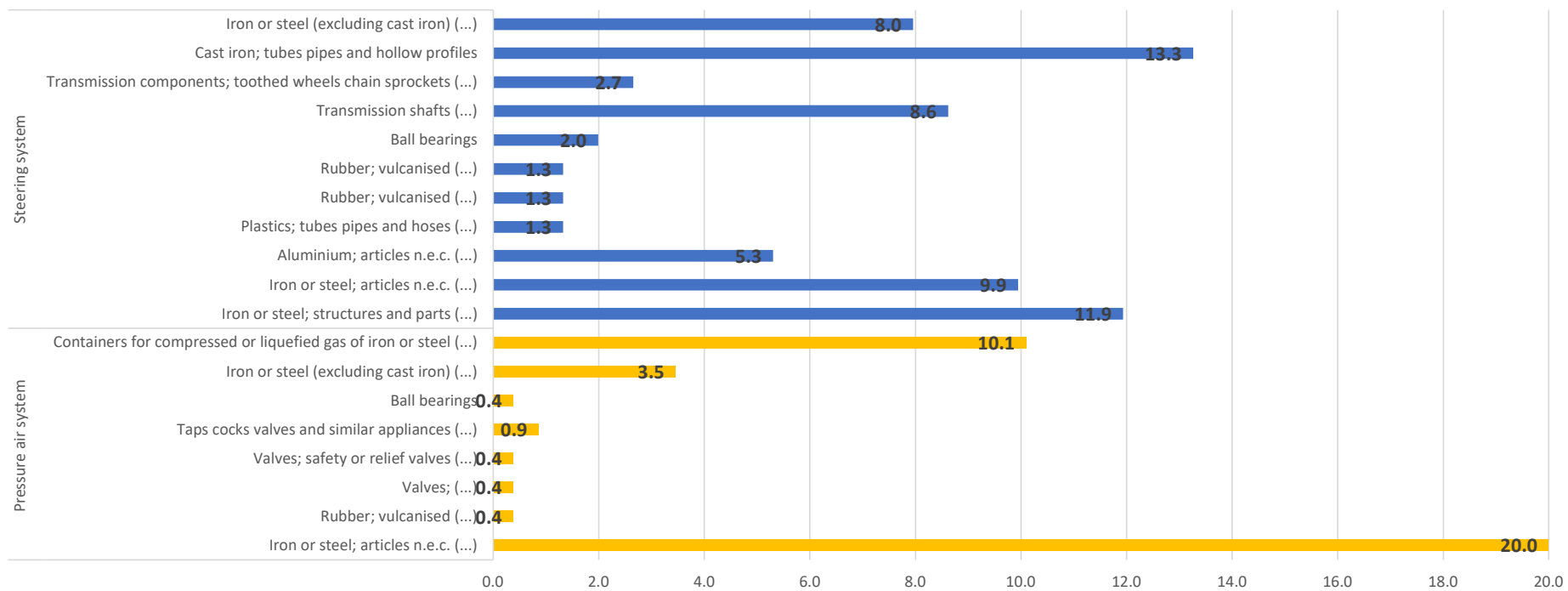
Sub-clusters: Portal and Front Axles



Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Drivetrain

Sub-clusters: Steering and Pressure Air Systems



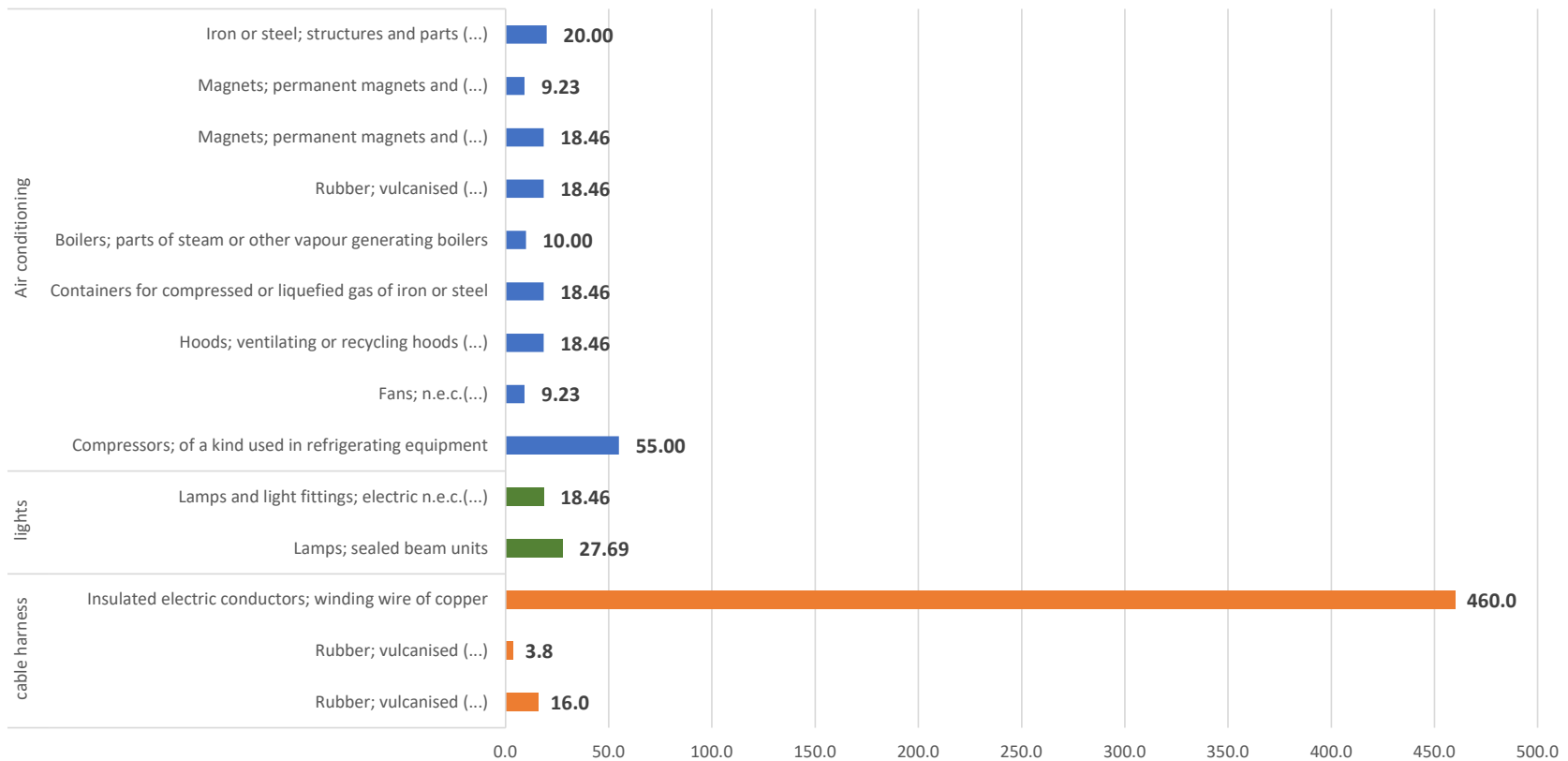
Cluster: Electronics

(descripción y supuestos)

- El cluster de productos electrónicos incluye, además del sistema de aire acondicionado y calefacción, insumos pequeños y ligeros. Una cuarta parte de la totalidad de la masa del cluster está formada por los cables (conductores eléctricos aislados) que unen las diferentes partes con el sistema de control.

Cluster: Electronics

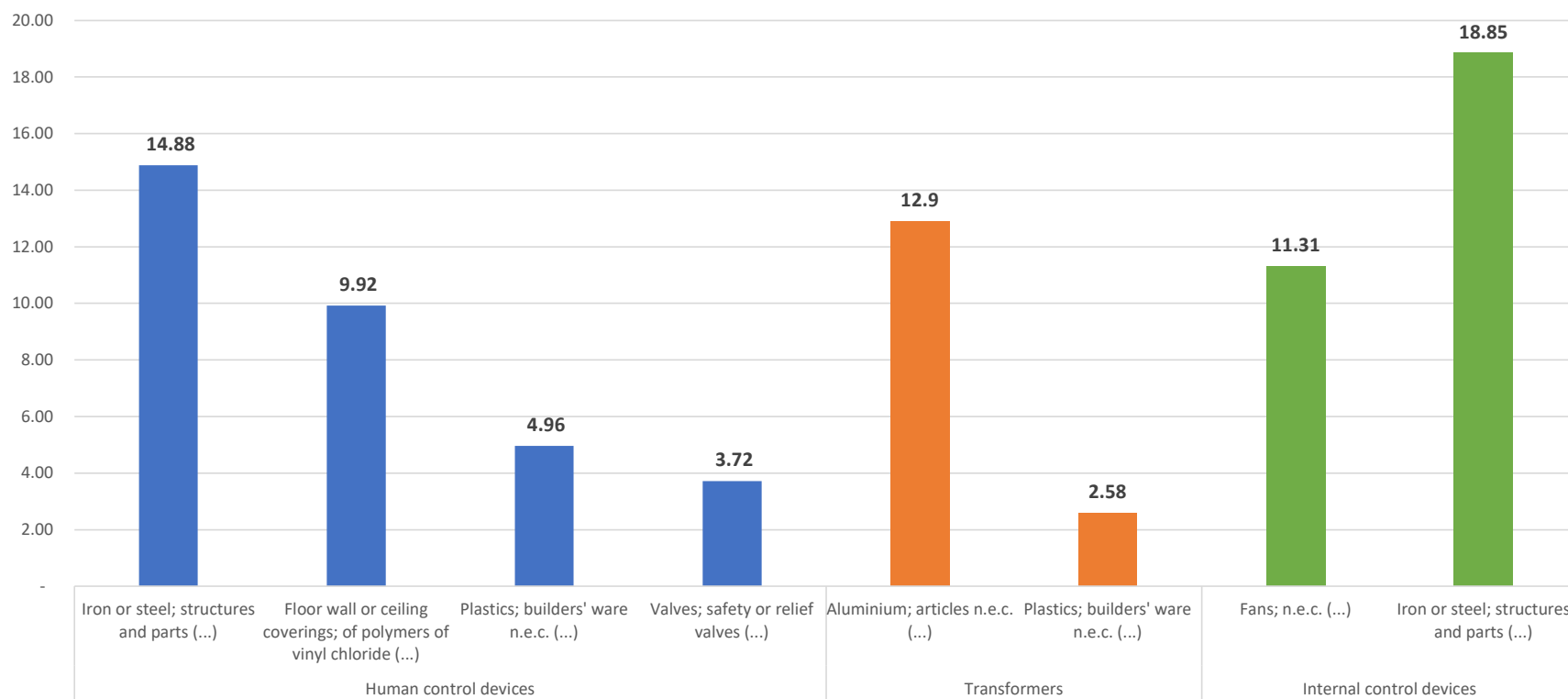
Sub-clusters: Other electronics (cable harness, lights and air conditioning)



Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Electronics

Sub-clusters: Other parts (transformers, human control and internal control devices)



Fuente: Elaboración propia.

Cluster: Batteries

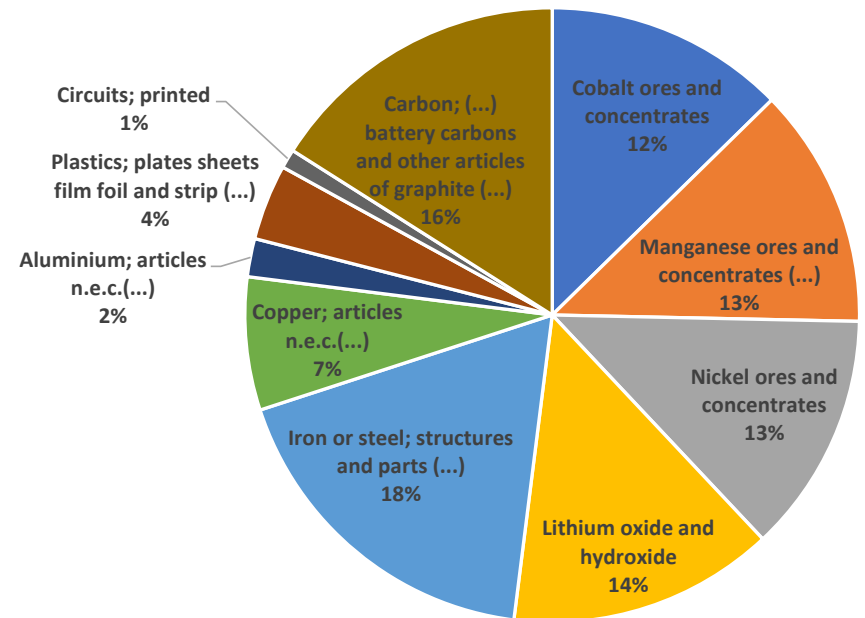
(descripción y supuestos)

- Supone una batería tipo NMC-111, que es la más común y transada en el mercado actualmente (Research Interfaces, 2018).
- Asume que el electrolito consiste en litio, ya que la literatura sugiere que el primero es sal de litio disuelta en solventes orgánicos (no identificados).
- El grupo del sistema de refrigeración contiene solo calderas, que a su vez están hechas de aluminio.

Cluster: Battery

Sub-Cluster: Cells

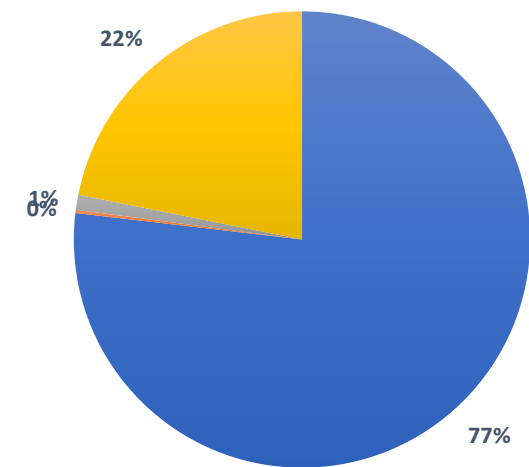
Elaborated Product			Intermediate Products		
870790	Battery Cells (...)	1760kg	260500	Cobalt ores and concentrates	222.9
			260200	Manganese ores and concentrates including ferruginous manganese ores and concentrates with a manganese content of 20% or more calculated on the dry weight	222.9
			260400	Nickel ores and concentrates	222.9
			282520	Lithium oxide and hydroxide	246.4
			730890	Iron or steel; structures and parts thereof n.e.c. in heading 7308	316.8
			741999	Copper; articles n.e.c. in heading no. 7419	123.2
			761699	Aluminium; articles n.e.c. in heading 7616	35.2
			392010	Plastics; plates sheets film foil and strip (not self-adhesive) of polymers of ethylene non-cellular and not reinforced laminated supported or similarly combined with other materials	70.4
			853400	Circuits; printed	17.6
			854590	Carbon; lamp carbons battery carbons and other articles of graphite or other carbon with or without metal of a kind used for electrical purposes	281.6



Cluster Battery, Sub-Cluster: Case and Other parts

Sub-cluster	HS 2012	Description	Weight in kg
Other parts of electronics [56 kg]	730890	Iron or steel; structures and parts thereof n.e.c. in heading 7308	24
	741999	Copper; articles n.e.c. in heading no. 7419	1.6
	761699	Aluminium; articles n.e.c. in heading 7616	23.2
	854442	Insulated electric conductors; for a voltage not exceeding 1000 volts fitted with connectors	7.2
Case [630 kg]	730890	Iron or steel; structures and parts thereof n.e.c. in heading 7308	126
	761699	Aluminium; articles n.e.c. in heading 7616	504

■ Aluminium; articles n.e.c. (...)
■ Copper; articles n.e.c. (...)
■ Insulated electric conductors (...)
■ Iron or steel; structures and parts (...)



Fuente: Elaboración propia.

Supuestos generales sobre desagregación de productos semielaborados en materias primas.

- Cada pieza presente en el bus de vidrio y caucho, contiene la misma proporción de materias primas.
- Cuando las partes eran de hierro o acero, se suponía que estaba hecho al 100%.
- Los plásticos tienen dos desagregaciones según la descripción del producto del SA.
- (...)

Desagregación del caucho (asume que corresponde a neumático de bus)

Material	Share	HS 2012	HS Description
Natural Rubber	27%	400110	Rubber; natural rubber latex whether or not pre-vulcanised in primary forms or in plates sheets or strip
Sythetic Rubber	14%	400219	Rubber; synthetic styrene-butadiene rubber (SBR) and carboxylated styrene-butadiene rubber (XSBR) (other than latex) in primary forms or in plates sheets or strip
Carbon Black	28%	270111	Coal; briquettes, ovoids and similar solid fuels manufactured from coal
Steel	14.50%	720521	Alloy steel powders
Fabric, fillers, accelerators, antiozonants, etc.	16.50%		COMPONENTS IN NEXT SLIDE

Fuente: Scrap Tire Management Council (n.d) & Castro (2008).

Desagregación del caucho (Otros componentes varios)

Componente	Densidad (g/cm3)	% relativo	Componente	Densidad (g/cm3)	% relativo
Rellenos, Minerales y Fibras					
Silicato de Aluminio	2.10	1.9%	Carbonato de Magnesio	2.21	2.0%
Carbonato de Amonio	1.59	1.4%	Óxido de Magnesio	3.60	3.3%
Sulfuro de Antimonio	3.30	3.0%	Mica	2.95	2.7%
Trióxido de Antimonio	5.40	4.9%	Piedra Pómez	2.35	2.1%
Asbestos	2.70	2.4%	Silica	1.95	1.8%
Sulfuro de Bario	4.50	4.1%	Azufre	2.05	1.9%
Sulfuro de Cadmio	4.40	4.0%	Dióxido de Titanio	8.10	7.3%
Oxido de Calcio	2.20	2.0%	Azul Ultramarina	2.35	2.1%
Silicato de Calcio	2.10	1.9%	Yeso	5.53	5.0%
Negro de Humo	1.81	1.6%	Carbonato de Zinc	3.30	3.0%
Caolín de China	2.50	2.3%	Óxido de Zinc	5.57	5.0%
Óxido de Cromo	5.21	4.7%	Estearato de Zinc	1.06	1.0%
Fibra de Algodón	1.05	1.0%	Cromato de Plomo	5.70	5.2%
Adhesivo	1.27	1.2%			
Grafito	2.25	2.0%			
Óxido de Hierro	5.14	4.7%			
Orgánicos					
Asfalto	1.04	0.9%	Caucho Mineral	1.02	0.9%
Cera	0.92	0.8%	Cera Parafinica	0.90	0.8%
Resina Coumarona	1.11	1.0%	Gelatina de Petroleo	0.90	0.8%
Dibutil Aftalato	1.04	0.9%	Resina Fenol-formaldehido	1.27	1.2%
Dibutil Sebacato	0.94	0.9%	Aceite de Pino	0.93	0.8%
Dioctil Aftalato	0.98	0.9%	Alquitrán de Pino	1.08	1.0%
Facticio	1.04	0.9%	Resina de Aceite	0.99	0.9%
Aceite Mineral Aromatico	1.02	0.9%			
Aceite Mineral Nafténico	0.93	0.8%			
Total	56.54	51.2%	Total	53.81	48.8%

Fuente: Centro de Investigación de Química Aplicada (2003).

Desagregación de otros productos semi-elaborados relevantes

Semi Elaborated product			Raw material components				
SA 6 digits 2012	Product description	Total kg required	SA 6 (10) digits 2012	Product description	Porcentaje del insumo (rangos)		Peso en kgs
700711	Glass; safety glass toughened (tempered) of size and shape suitable for incorporation in vehicles aircraft spacecraft or vessels	700.82	281122	Silicon dioxide	71%	73%	511.6
			283620	Carbonates; disodium carbonate	13%	14%	98.1
			283650	Carbonates; calcium carbonate	7.70%	9.20%	61.0
			281610	Hydroxide and peroxide of magnesium	2.90%	4.0%	24.2
			281810	Aluminium oxide; artificial corundum	0.10%	1.6%	6.0
850511	Magnets; permanent magnets and articles intended to become permanent magnets after magnetisation of metal	68.23	280530(0020)	Earth-metals rare; scandium and yttrium whether or not intermixed or interalloyed (Neodymium)	29.0%	32.0%	20.8
			260111	Iron ores and concentrates; non-agglomerated	64.20%	68.5%	45.3
			280450	Boron; tellurium	1.0%	1.2%	0.8
			260600	Aluminium ores and concentrates	0.2%	0.4%	0.2
			261590	Niobium tantalum vanadium ores and concentrates	0.5%	1.0%	0.5
392010	Plastics; plates sheets film foil and strip (not self-adhesive) of polymers of ethylene non-cellular and not reinforced laminated supported or similarly combined with other materials	70.4	390410	Vinyl chloride other halogenated olefin polymers; poly(vinyl chloride) not mixed with any other substances in primary forms	100%		70.4
391729	Plastics; tubes pipes and hoses thereof rigid of plastics n.e.c. in heading no. 3917	38.3	39021000 (3902)	Polypropylene (Polymers of propylene or of other olefins, in primary forms)	100%		38.3
960621	Buttons; of plastics not covered with textile material	18.5	39021000 (3902)	Polypropylene (Polymers of propylene or of other olefins, in primary forms)	100%		18.5
940592	Lamps and light fittings; parts thereof of plastics	17.3	261590	Niobium tantalum vanadium ores and concentrates	0.8%		17.3
392590	Plastics; builders' ware n.e.c. or included in heading no. 3925	7.5	39021000 (3902)	Polypropylene (Polymers of propylene or of other olefins, in primary forms)	100%		7.5

Fuente: Elaboración propia sobre base de Britannica, E-Magnets UK & Infinitia Research (n.d).

Webinario: Midiendo la Electromovilidad en el Comercio Internacional: El Caso de los Buses Eléctricos

José Durán Lima – Jefe de la Unidad de Integración Regional
Matthew Gomies – Oficial Asociado de Asuntos Económicos
Ira Ronzheimer – Asistente de Investigación
Cristóbal Budnevich – Consultor

División de Comercio Internacional e Integración
CEPAL, Naciones Unidas



9 de Marzo 2022, Santiago de Chile