	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	1 de 14

<b>PARA</b>	:	Personal de TAMA, clientes y partes interesadas
<b>TEMA</b>	:	Primer informe avance en uso de parihuelas metálicas abril 2024
<b>FECHA</b>	:	26-04-24
<b>REALIZADO POR</b>	:	E.C.C.

### Resumen ejecutivo

Este primer informe sobre el uso de parihuelas metálicas ha sido emitido por TAMA, con el fin de facilitar información que permita tomar decisiones sobre la viabilidad a mediano y largo plazo respecto al uso de parihuelas metálicas, fabricadas a partir de acero de merma y/o chatarra, en lugar de listones y tacos de madera.


Para ello, se ha estructurado el informe de acuerdo a lo siguiente:

- Impacto en el uso de la madera sobre la huella de carbono.
- Oportunidad de reducir impacto en el medio ambiente.
- Oportunidad para uso de materia prima de merma, chatarra y otros.
- Diseño de parihuelas.
- Características operativas de empresas metalmecánicas que no tienen producción en serie o constante.
- Oportunidad de reducción de residuos peligrosos.
- Costos de parihuelas metálicas versus parihuelas de madera. Desventajas.
- Aspectos de seguridad.
- Ventajas y oportunidades en el uso de parihuelas metálicas.
- Conclusiones y recomendaciones.

A través de nuestra cultura y valores, plan de vida y de un conjunto de métricas, este informe refleja avances significativos en nuestro compromiso con la sostenibilidad, que refuerzan la posición de TAMA como referente de sostenibilidad en el sector metalmecánico peruano y sientan las bases para futuros esfuerzos en esta área.

Mayor información de TAMA, favor revise nuestra página web [www.tamaingenieros.pe](http://www.tamaingenieros.pe)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	2 de 14

### Contenido

Resumen ejecutivo .....	1
Contenido .....	2
1. Impacto del uso de la madera en la huella de carbono .....	3
2. Oportunidad de reducir impacto en el medio ambiente .....	3
3. Oportunidad para uso de materia prima, mermas y otros.....	4
4. Diseño de las parihuelas.....	7
5. Características operativas de empresas metalmeccánicas que no tienen producción en serie o constante .....	9
6. Oportunidad de reducción de residuos peligrosos .....	10
7. Costos de parihuelas metálicas vs parihuelas de madera. Desventajas. ....	10
7.1. Se deja de vender “chatarra” .....	10
7.2. Costos no reconocidos .....	11
7.3. Perdida por costos de oportunidad .....	11
7.4. Mal uso. Usuario final evita la rotación.....	11
8. Aspectos de seguridad .....	12
9. Ventajas y oportunidades en el uso de parihuelas metálicas .....	13
10. Conclusiones y Recomendaciones .....	14

TAMA INGENIEROS S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

## 1. Impacto del uso de la madera en la huella de carbono

La madera está considerada para TAMA en emisiones indirectas, según la norma ISO 14064:2018 y la Guía para la Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero GHG Protocol.

En el anexo N°1 adjunto podrá revisar mayor detalle al respecto, de los cuales según las pag. 16 y 17, se tiene una oportunidad de disminuir la huella de carbono en 815 ton CO<sub>2</sub>, que representa el 32% de las emisiones totales de TAMA, tomando como línea base el año 2023. De la misma forma, el anexo N°2, es la constancia emitida por Ministerio del Ambiente del Perú "Reporte de Huella de Carbono Organizacional" para TAMA INGENIEROS SAC.

## 2. Oportunidad de reducir impacto en el medio ambiente

TAMA estima que tiene una presencia en el mercado de menos de 1% en volumen total de consumo de acero.

Así mismo, por cada 100 ton procesadas, se tiene un promedio de 10 a 12% de desperdicio, el cual tiene el comportamiento mostrado en las Figuras 1 y 2.

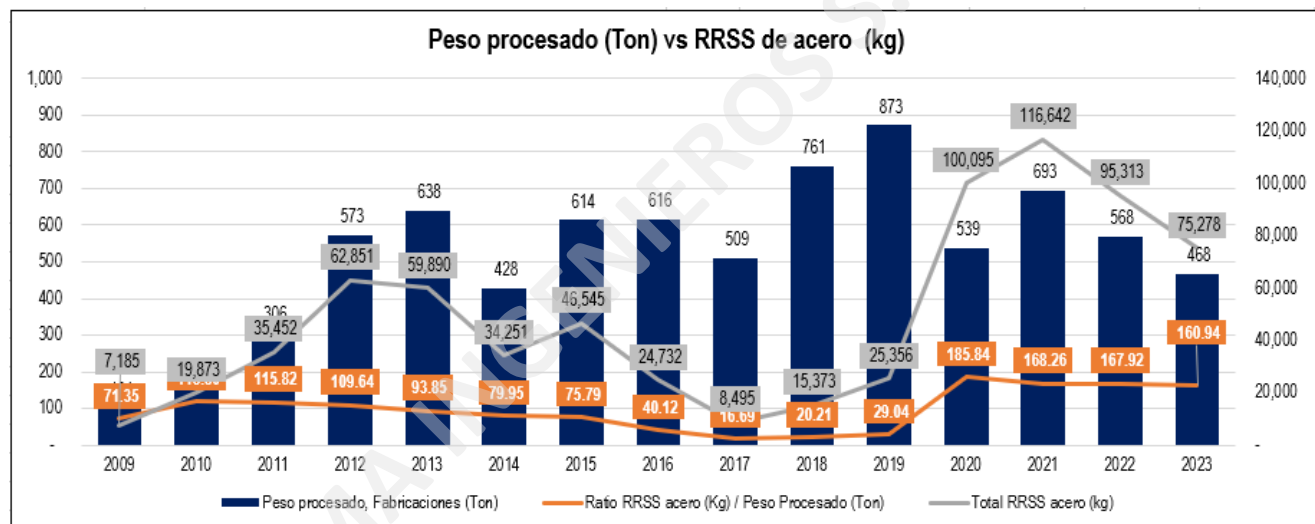



Figura 1. Evolución de la generación de residuos sólidos de acero en TAMA.

N°	DESCRIPCIÓN	UND	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1	RR SS chatarra acero al carbono	Kg	4,897	15,006	26,202	43,397	46,145	26,732	32,453	14,267	-	25	5,542	72,186	83,233	68,714	46,507	
2	RR SS acero merma ( retazos menores a duales )	Kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800	-	3,480	350	4,683	
3	RR SS acero Retazos ( Discos duales poca rotacion )	Kg	167	-	3,490	11,364	9,005	940	142	-	4,840	3,398	-	1,930	1,170	630	12,879	
4	RR SS acero de segunda, malas condiciones (oxidados, deformados, etc)	Kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	
5	RR SS polvo metalico	Kg	1,873	4,356	4,864	6,566	4,178	5,230	7,900	6,060	900	8,950	8,150	19,040	13,878	17,450	5,661	
6	RR SS viruta ( Residuos de maestranza, taladrado)	Kg	-	247	896	914	331	875	5,016	4,230	2,140	2,980	7,070	6,340	8,344	2,487	1,201	
7	RR SS chatarra acero inoxidable	Kg	248	264	-	610	231	474	1,034	175	615	20	1,997	420	430	190	146	
8	RR SS bronce ( toberas , bocinas, etc)	Kg	-	-	-	-	17	10	-	191	-	-	26	-	48	5	2	
9	RR SS cobre ( cables, etc)	Kg	-	-	-	43	5	-	4	48	-	-	85	-	70	345	89	
10	RR SS aluminio	Kg	-	-	-	15	-	5	17	21	-	-	3	-	20	14	223	
11	RR SS otro material especial ( HARDOX)	Kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,797	180	6,107	5,433	4,200	
12	RR SS papel	Kg	14	24	40	153	119	410	220	224	377	310	355	456	186	565	430	
13	RR SS carton	Kg	-	-	8	93	-	-	-	-	-	-	-	356	601	674	514	
14	RR SS plástico	Kg	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	13	333	593	475	
15	Residuos peligrosos	Kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	21	-	526	1,210	
16	Residuos varios	Kg	-	22	-	-	-	-	-	-	-	180	3,130	9	-	103	821	
17	Residuos No Aprovechables	Kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	460	
<b>Total RRSS (kg)</b>			<b>7,199</b>	<b>19,919</b>	<b>35,500</b>	<b>63,169</b>	<b>60,031</b>	<b>34,676</b>	<b>46,782</b>	<b>25,172</b>	<b>8,935</b>	<b>15,863</b>	<b>28,976</b>	<b>100,929</b>	<b>117,899</b>	<b>98,138</b>	<b>79,501</b>	
<b>Total RRSS acero (kg)</b>			<b>7,185</b>	<b>19,873</b>	<b>35,452</b>	<b>62,851</b>	<b>59,890</b>	<b>34,251</b>	<b>46,545</b>	<b>24,732</b>	<b>8,495</b>	<b>15,373</b>	<b>25,356</b>	<b>100,095</b>	<b>116,642</b>	<b>95,313</b>	<b>75,278</b>	
Total RRSS metalicos (otros)			-	-	-	58	22	15	17	215	48	-	114	-	138	364	314	
RRSS papel			14	24	40	153	119	410	220	224	377	310	355	456	186	565	430	
RRSS carton			-	-	8	93	-	-	-	-	-	-	-	356	601	674	514	
RRSS plástico			-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	13	333	593	475	
Residuos peligrosos			-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	21	-	526	1,210	
Residuos varios Aprovechables (RAEE, vidrio)			-	22	-	-	-	-	-	-	-	180	3,130	9	-	103	821	
Residuos No Aprovechables			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	460	
<b>Peso procesado, Fabricaciones (Ton)</b>			<b>101</b>	<b>167</b>	<b>306</b>	<b>573</b>	<b>638</b>	<b>428</b>	<b>614</b>	<b>616</b>	<b>509</b>	<b>761</b>	<b>873</b>	<b>539</b>	<b>693</b>	<b>568</b>	<b>468</b>	
Ratio RRSS acero (Kg) / Peso Procesado (Ton)			Kg/Ton	71.35	118.80	115.82	109.64	93.85	79.95	75.79	40.12	16.69	20.21	29.04	185.84	168.26	167.92	160.94
Ratio Chatarra Acero (Kg) / Peso Procesado (Kg)			Kg/Kg	4.86%	8.97%	8.56%	7.57%	7.23%	6.24%	5.28%	2.31%	0.00%	0.00%	0.63%	13.40%	12.01%	12.11%	9.94%

Figura 2. Detalle de la generación de residuos sólidos de acero en TAMA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	4 de 14

Según el anexo N°3 T-GI-F-21 Informe de cálculo de árboles, TAMA ha estimado que por cada 100 ton de fabricaciones entregadas consume siete árboles de 0.81mØ x 17.90 m de altura, que demora entre 07 a 10 años para crecer a esa medida (en condiciones óptimas de medio ambiente, nutrientes, ya que en otros casos como en la ciudad de Puno por ejemplo, un árbol puede demorar hasta 30 años en llegar a esas medidas).

### 3. Oportunidad para uso de materia prima, mermas y otros

TAMA cuenta con un sistema de codificación para la trazabilidad de los diversos sub productos generados, el cual tiene el siguiente detalle mostrado en Figura 3:

Cod Familia	Cod Clase Comp	Cod Sub Clase	Cod Sub ClaseComp	NomSubClase
<b>Comercial PT Repuestos</b>				
185	18501	31	1850131	Residuo sólido chatarra acero al carbono
185	18501	32	1850132	Residuo sólido acero merma (retazones menores a duales)
185	18501	33	1850133	Residuo sólido acero retazos (discos, duales poca rotación)
185	18501	34	1850134	Residuo sólido acero de segunda, malas condiciones (oxidados, deformados, etc)
185	18501	35	1850135	Residuo sólido polvillo metálico (residuos de la tina pantógrafo)
185	18501	36	1850136	Residuo sólido viruta, (residuos de mastranza, taladrado)
185	18501	37	1850137	Residuo sólido chatarra acero inoxidable
185	18501	38	1850138	Residuo sólido bronce (toberas, bocinas, etc)
185	18501	39	1850139	Residuo sólido cobre, (cables, etc)
185	18501	40	1850140	Residuo sólido aluminio
185	18501	41	1850141	Residuo sólido otro material especial
185	18501	42	1850142	Residuo sólido papel
185	18501	43	1850143	Residuo sólido carton
185	18501	44	1850144	Residuo sólido plastico
185	18501	45	1850145	Residuo sólido residuos peligrosos
185	18501	46	1850146	Residuo sólido otros
185	18501	47	1850147	Otros varios
185	18501	48	1850148	Venta de activos de TAMA

Figura 3. Clasificación de residuos generados por las actividades en TAMA.


Analizando la historia de subproductos comercializados, gran parte del peso es acero de retazo y acero de segunda. Dado que las fabricaciones de TAMA son muy variadas, en muchos casos se queda en stock de almacén productos duales (término con el que se designa al material sobrante de planchas o perfiles de acero de medidas comerciales, que no se utiliza, pero por sus dimensiones es aprovechable).

Con el paso del tiempo, el material sobrante se ha “guardado”, se oxida a un nivel igual o mayor a nivel C, cuando se llega a este nivel de corrosión, este material ya no es aceptado para nuestras fabricaciones, y pasa a ser acero de retazos o acero de segunda por lo que se vende a precio de “chatarra”.

El nivel de corrosión C, está definido según norma SSPC-VIS / ISO 8501-01, lo cual está indicado en los Términos y condiciones generales de venta T-GC-DC-05 de TAMA, punto 13 (Ver Figura 4):

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	5 de 14

### 13. PROTECCIÓN ANTICORROSIVA DE MATERIALES:

TAMA podrá adquirir material de acero, con grado de corrosión A & B, según norma SSPC-VIS / ISO 8501-1 y en casos excepcionales aprobados por el cliente con grado de corrosión C. Cada 03 meses, nuestro proceso de granallado, realizará pruebas de conductividad, cloruros, calidad de aire y rugosidad, según ASTM D4940, SSPC Guía 15, ASTM D4285, ASTM D4417, respectivamente. La inspección de la pintura para su liberación, está basado en la norma SSPC-PA2 (nivel 3), que define el área a revisar y el rango de variación de espesor de película seca. Con respecto a la garantía, no incluye inalterabilidad, permanencia del sistema, permanencia del color u otras características de la pintura. Nuestro estándar no incluye pruebas especiales como "Holiday detector", prueba de adherencia. En el caso que **el cliente** solicite el suministro de un porcentaje adicional de pintura para retoques en obra, como diluyentes thinner, pinturas, etc., **el cliente** es responsable del embalaje.

Figura 4. Es el punto 13 de nuestro documento T-GC-DC-05 Términos y condiciones generales de venta.

A continuación, se muestran los diversos tipo de "duales", mermas e incluso material antes considerados como chatarra que se pueden usar en la fabricación de las parihuelas:

- Figura 5, muestra en color amarillo la "chatarra" que ahora se puede usar para fabricar parihuelas.
- Figura 6 y 7, muestran en color amarillo lo que antes quedaba como "dual", pero por su geometría, incluso genera riesgo de seguridad en su manipuleo y traslado.
- Figura 8 y 9, un producto terminado, y como la "chatarra", que son los discos, puede ser usado como placa base de las parihuelas.
- Figura 10 y 11, diversos ejemplos de vigas no comerciales, que quedan sobrantes de longitudes menores, y con el tiempo se oxidan, luego pierden su valor y hay que venderlo a precio de chatarra (TAMA está ubicado en ATE-LIMA distrito que tiene un clima seco, esto se hace más crítico en metalmecánicas ubicadas cerca al mar, como Lurín, Chilca, etc).

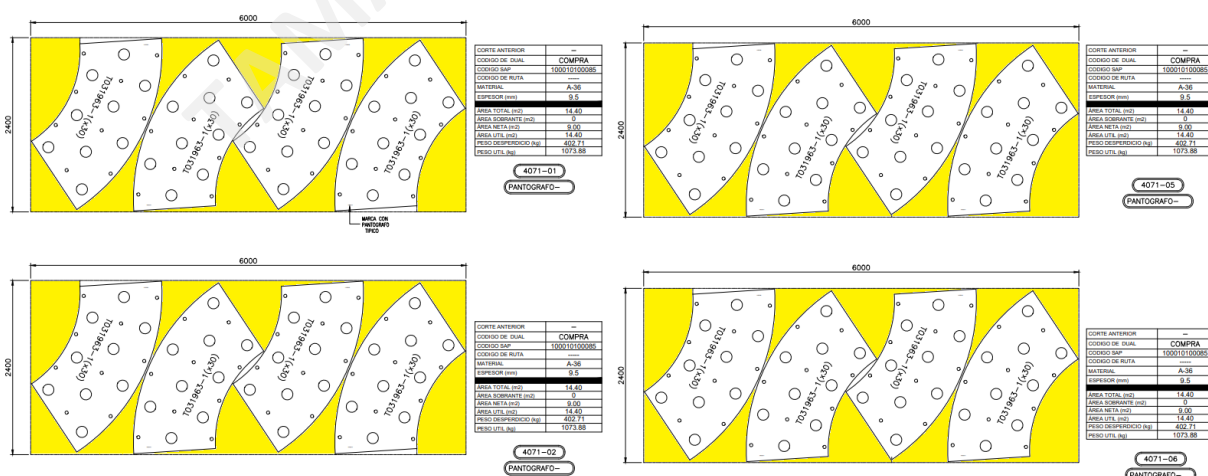



Figura 5. En amarillo, lo que antes era residuo sólido "chatarra" ahora se puede usar para fabricar parihuelas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	6 de 14

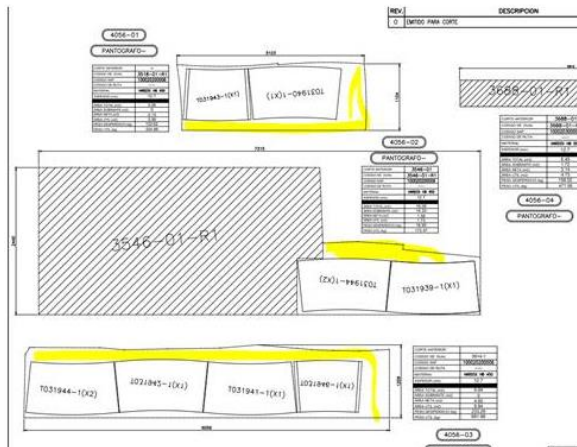
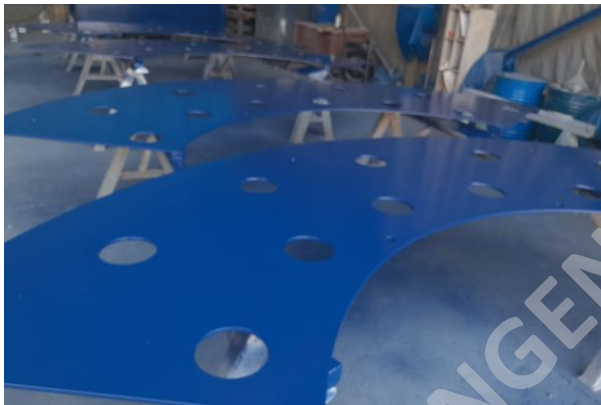


Figura 6 y 7. Diversas geometrías de material dual que, inclusive, generaba riesgos durante el manipuleo.




Figuras 8 y 9. Producto terminado, esos discos antes se vendían como “chatarra”, ahora pueden servir como placa base para las parihuelas.



Figura 10 y 11. Material poco comercial, que se almacena como “dual”, luego pasan los años y se debe vender como material de segunda a precio de “chatarra”.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	7 de 14

#### 4. Diseño de las parihuelas.

Se parte de los siguientes conceptos:

- Que sea modular, por ello se ha propuesto módulos típicos de 600x600 mm o sus múltiplos. Esto permite fabricar módulos que se pueden unir y configurar nuevas medidas.
- Según el anexo N°4 (10 casos típicos de embalaje, de los cuales planteamos que las parihuelas pueden cubrir las necesidades desde el caso 2 al 9) que esta alimentado por nuestro procedimiento de embalaje T-AB-PT-05, se dedujo que lo mejor era reducir esto a dos tipos de servicios para parihuelas: liviana/semi pesada y parihuelas pesadas.
- Para las columnas se usa un solo tipo de perfil, en este caso se usa un tubo 2 ½"Ø, que es sobrante de un trabajo recurrente de fabricaciones para la siderúrgica. De esta manera, el habilitado de las vigas principales (V1 y V4) y secundarias (V2 y V5), se realiza con mayor eficiencia, al tener todas las mismas dimensiones.
- Lo arriba mencionado permitirá la fabricación con personal ayudante y oficial (costo menor en mano de obra), debidamente supervisado.
- El diseño es exclusivo para uso con montacargas o equivalente. No izar.

En los anexos N°5 (cuatro archivos) se indican los planos típicos para las parihuelas tipo A (Liviana y semi pesada), parihuela tipo B (pesada) junto con sus respectivas memoria de cálculo y plano de placa de identificación.

Es importante mencionar que según el anexo N°7 (un estudio de referencia de fabricación de parihuelas metálicas livianas tipo parihuelas de madera, documento de acceso público: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127522000466>), las parihuelas metálicas tienen una expectativa de vida no menor de 20 años (pag. 13).

Así mismo por la robustez de las parihuelas (según memoria de cálculo tienen un factor de seguridad de 20 aproximadamente) se tiene que la expectativa de vida es mayor para las parihuelas fabricadas por TAMA.

Oportunidad de mejora en la ingeniería:

- TAMA ha mejorado el diseño de las parihuelas para las vigas V1, V2, V4, V5, para poder usar espesores mayores a lo mostrado en los planos, disminuyendo el peralte, para cumplir con las expectativas de carga, pero sin necesidad de que las parihuelas sean muy robustas. Ver figura 12, 13 la excesiva robustez de estos elementos y ello implica mejorar los costos y poder producir más parihuelas (m<sup>2</sup>) con los mismos recursos.
- Ver el anexo N°6 (tres archivos) que es el nuevo diseño optimizado con vigas V1, V2 para parihuelas livianas/semi pesadas y V4, V5 para parihuelas pesadas. El factor de seguridad disminuye a 7.5 y 10.8, pero también se tiene a favor que estos elementos muchas veces se obtienen de perfiles tri norma que tienen un esfuerzo a la fluencia de 50 ksi. A partir de junio del 2024 estaremos usando este nuevo diseño.
- Se estima con este diseño, se pueda fabricar un 30% más de parihuelas metálicas, partiendo de la misma cantidad de acero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General




	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	8 de 14



Figura 12 y 13. Fabricación de parihuelas muy robustas

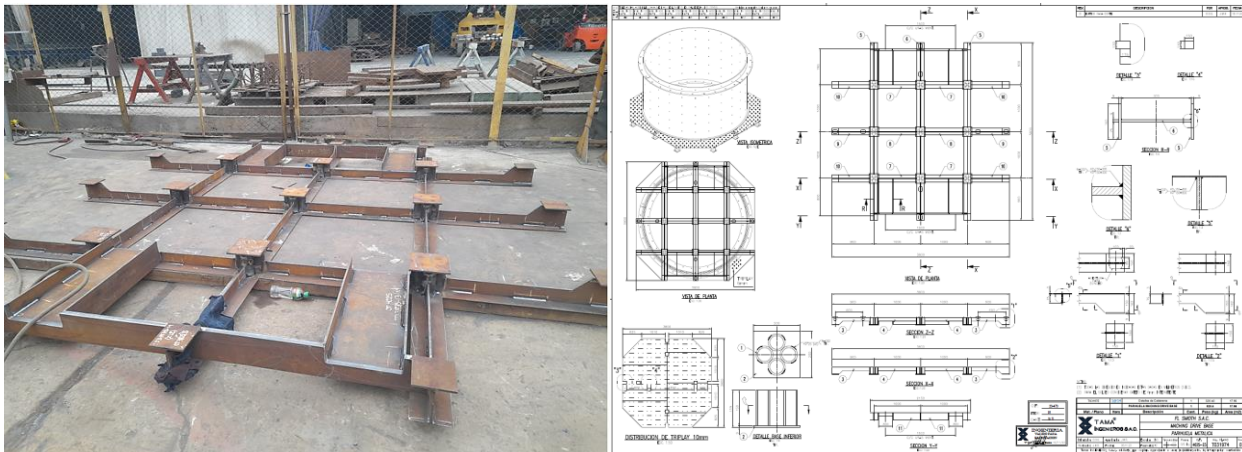
Antecedentes en el 2023: Diseño anterior (superado):

En el año 2023 TAMA entregó varios productos, con parihuelas hechas a la medida, ver figuras, 14, 15, 16, pero ello implica tener que fabricar con material exclusivo, y con mayores recursos de horas-hombre y consumibles.



Figura 14. Fabricación de parihuelas con diseño exclusivo

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



Figuras 15,16. Diseño de parihuelas metálicas no estándar de acero.

## 5. Características operativas de empresas metalmeccánicas que no tienen producción en serie o constante

Según lo mostrado en la Figura 17, se puede apreciar que siempre se tiene meses en el año con baja carga de trabajo. Por tanto, es posible aprovechar estos tiempos para fabricar los módulos de las parihuelas metálicas y equilibrar la carga de trabajo en planta. Esto es un argumento importante, para que las empresas metalmeccánicas puedan tolerar el “costo de oportunidad” que se tiene al fabricar este tipo de parihuelas (ver temas de costos).

### Evolución de pesos trabajados, trimestralmente (2015-2023)

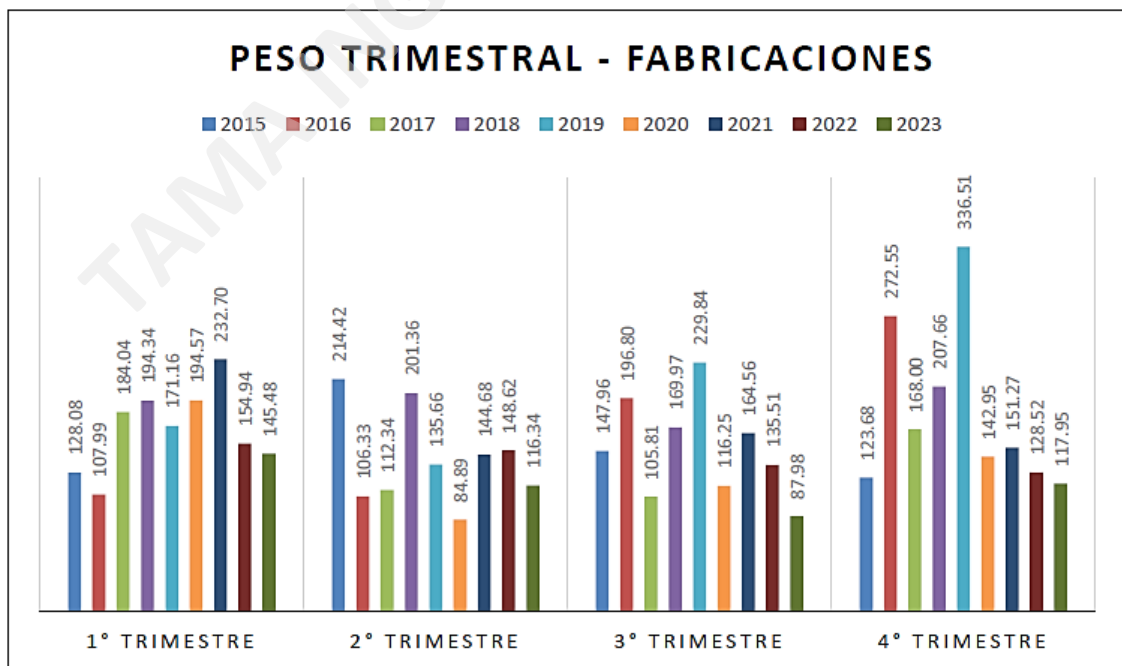



Figura 17. Peso en toneladas de fabricaciones por trimestres desde el 2015 al 2023.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	10 de 14

## 6. Oportunidad de reducción de residuos peligrosos

Según el anexo N°8, que es el certificado de manejo de residuos peligrosos del 2023, se tiene que más del 90% de los residuos peligrosos son derivados del uso de pintura (sus recipientes y otros materiales contaminados productos de las operaciones).

Se estima que las parihuelas pueden ser pintadas con los sobrantes de las pinturas, de esta manera se podrá evitar la segregación de productos contaminados (recipientes o envases de pintura), ver fig. 18.

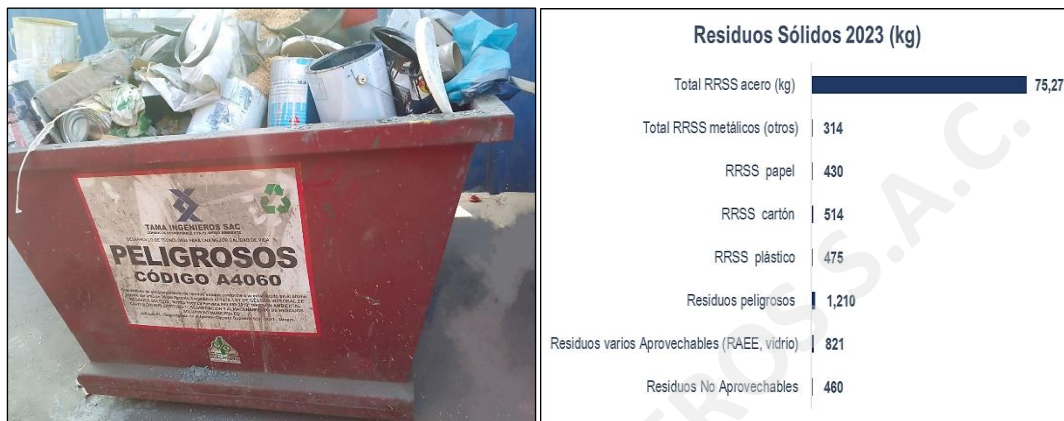


Figura 18. Residuos sólidos peligrosos, 2023.

## 7. Costos de parihuelas metálicas vs parihuelas de madera. Desventajas.

En esta sección se analiza una parihuela pesada (tipo B) de 2.4m x 1.2m.

Como se puede apreciar en el anexo N°9, la parihuela metálica cuesta 4.23 veces más que el equivalente de madera. Y si consideramos el material al precio de “chatarra”, el ratio es de 2.83 veces.

Es decir, desde el punto de vista solo económico y a corto plazo, esta opción de fabricaciones de parihuelas metálicas no es viable.

Sin embargo, con el nuevo diseño planteado en el anexo N°6, el peso de las parihuelas va a disminuir, pero los gastos por consumibles y mano de obra se deben incrementar.

Se tienen las siguientes desventajas:


### 7.1. Se deja de vender “chatarra”

En la industria metalmeccánica (Perú), es una práctica común, que los dueños y/o gerentes de las empresas metalmeccánicas vendan chatarra, merma y otros, producto de las operaciones, de manera informal (sin factura), teniendo un ingreso no declarado y de esta manera tienen personalmente ingresos adicionales. Y si la venta es formal (con factura y a empresas de segregación autorizadas), igual dejan de recibir ingresos para sus operaciones.

Considerando que más del 95% de las empresas metalmeccánicas inician sus actividades como emprendimiento (es decir sin capital y/o respaldo de una empresa matriz), estas prácticas son usuales y se arraigan con el tiempo.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	11 de 14

Sin embargo, históricamente, en la industria metalmecánica en el Perú, es a través de la venta de la “chatarra” y su bajo control, que muchas empresas se han expuesto a actos de corrupción de sus trabajadores, vendiendo incluso material nuevo (incluso “cortado a medida”) como “chatarra”.

Debe tenerse en cuenta, además, que el acero representa en promedio entre el 40% y 48% del costo directo de una fabricación.

### 7.2. Costos no reconocidos

Los clientes en sus procesos de evaluación, generalmente solo evalúan costos o precios finales, por lo que no se tendría incentivos para realizar este trabajo adicional. Considerando el bajo margen de contribución que tiene la industria metalmecánica, y que normalmente no tienen bien controlados sus costos, no les sería atractiva esta iniciativa, al generarles mayores egresos.

### 7.3. Perdida por costos de oportunidad

Por cada 100 ton de acero neto vendido, se tiene aproximadamente 10 ton para “parihuelas”, pero de los cuales no se aprovecha todo al 100%, entonces se estiman unas 6 ton para parihuelas.

Si una empresa produce 1000 ton al año, entonces tendrá 60 toneladas disponibles de acero para parihuelas

Asumiendo una media de 70 kg/m<sup>2</sup> de peso (entre los dos tipos de parihuelas), entonces se tiene un promedio de 857 m<sup>2</sup> de parihuelas.

La cantidad de hh de operarios para fabricar una parihuela metálica en comparación con una de madera, es aproximadamente 6 veces más horas-hombre.

En resumen:

- 12,000 hh para fabricar 857 m<sup>2</sup> de parihuelas metálicas (estimamos un incremento de 30% con el nuevo diseño según el anexo N°6)
- 2,350 hh para fabricar 857 m<sup>2</sup> de parihuelas de madera

Es decir, se tiene 9,650 hh de operarios, que dejan de producir acero en fabricaciones para venta y se pierde un margen de contribución, que puede representar dejar de producir al año (en caso se tenga abundancia de trabajo) 64 ton, por lo cual puede dejar de ingresar un margen de contribución de \$147,500 al año.


Una empresa que produce 1,000 ton al año, puede estar en un rango de ventas anuales de 4.5 a 6 millones de dólares, promedio.

### 7.4. Mal uso. Usuario final evita la rotación.

El objetivo de estas parihuelas, es que puedan ser usadas repetitivamente, al tener una robustez en su fabricación, podrán tener varios años de vida esperada. Sin embargo, es probable que el usuario final (Mina, Siderurgia, etc.), las use como elemento para almacenar bienes y no contribuya a que las parihuelas puedan rotar, de esta manera no se contribuye a que se tenga menos necesidad de nuevas parihuelas de madera.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	12 de 14

## 8. Aspectos de seguridad

A la fecha de emisión de este informe (fines de abril 2024), TAMA ha despachado varias parihuelas metálicas y tenemos el siguiente feed back, de algunos usuarios finales (mina):

- a. Las parihuelas son muy pesadas. Esto en promedio el caso más conservador es que la parihuela tenga un peso promedio por m<sup>2</sup> de 100 kg/m<sup>2</sup> (3 o 4 veces más que una de madera). Sin embargo, para el tipo de servicio que puede prestar, así como para los equipos con los que son manipuladas, esto no debe representar mayor problema. Cada bulto, indica una packing list (con cantidad de piezas y pesos total), así mismo cada parrilla tiene una placa de identificación con dimensiones y peso neto, por lo que el operario cuenta con toda la información necesaria para realizar el trabajo de manera segura. Ver fig. 19



Figura 19. Placa de identificación con datos para su uso.

- b. Los procedimientos de las minas (del área de almacén), indican el no uso de parihuelas metálicas, solo permiten parihuelas de madera, por qué al manipular la carga se puede “resbalar” y generar riesgo de caída.

Como se puede observar la memoria de cálculo y planos del anexo N°6, se tiene:

- Por temas mecánicos para la carga asignada no hay problemas, los factores de seguridad están por encima de 7. Igual un factor de seguridad mayor a 5 es conservador.
- Las parihuelas son simétricas. Tienen columnas soporte cada 600 mm.
- El diseño garantiza un contacto cada 600 mm entre las uñas del montacargas y las vigas principales V1 o V4 según el tipo de parihuela, tanto en el eje X-X o Y-Y.
- La altura libre entre el piso y la parte inferior de las vigas principales V1 y V4 (espacio para el ingreso de las uñas del montacargas), es de 150 mm y 175 mm respectivamente, lo cual es un espacio holgado para las maniobras.

En ese sentido, durante su uso, en TAMA no ha existido a la fecha ningún tipo de riesgo de caída o que la parihuela resbale de las uñas del montacargas, ver figuras 20, 21.

Se recomienda seguir los procedimientos indicados en los manuales de uso de los montacargas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General


	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	13 de 14



Figura 20,21. Manipuleo de parihuelas metálicas con montacargas.

## 9. Ventajas y oportunidades en el uso de parihuelas metálicas

- a. La ventaja principal es que las parihuelas pueden ser reutilizadas, durante muchos años, generando de esta manera menos necesidad de fabricar parihuelas de madera.
- b. Si los clientes pueden compartir esta información con otras metalmecánicas, que contribuyan a mejorar el diseño y fabricar sus propias parihuelas, se tendría un efecto multiplicador, que en pocos años podríamos tener en el mercado muchas parihuelas metálicas siendo reusadas para embalajes.

La oportunidad estimada en el mercado peruano (empresas que fabrican productos similares a los de TAMA y, por tanto, la necesidad de parihuelas según lo mostrado en el anexo N°4, casos 2 al 9), se estima en:

- Un consumo anual entre 15,000 a 20,000 ton al año
  - Si en corto plazo (próximos 3 años), se asume que el 20% de los productores metalmecánicos fabrican estas parihuelas, se tendría a un ratio 6% de acero disponible para parihuelas, un potencial anual de fabricaciones de parihuelas metálicas de 180 ton a 240 ton al año. Esto equivale a un mínimo no menor de 2,570 m<sup>2</sup> de parihuelas (con el nuevo diseño anexo N°6 se puede incrementar la cantidad hasta en un 30%).
  - Si tomamos como promedio un consumo de 5 árboles por cada 100 ton de fabricaciones, equivale a un ahorro de más de 180 árboles de 0.81mØ x 17.90 m de altura, al año. Con el efecto multiplicador por el re uso de las parihuelas metálicas en el tiempo.
- c. Una ventaja comercial no tangible, es que las parihuelas tienen una placa de identificación, generando valor de marca al fabricante metalmecánico.
  - d. A la fecha ya estamos despachando productos con estas parihuelas, ver Figuras 22,23,24.
  - e. Es importante mencionar, pero sin entrar en mayores detalles, que el ahorro en el uso de un árbol en el Perú, tienen mayor relevancia, por el impacto en la biodiversidad que ello implica (en comparación de otro árbol de volumen equivalente de un país como Canadá o EEUU que además tienen importantes bosques con controles de las autoridades, trazabilidad, etc.). Así mismo, al dejar de usar madera para las parihuelas, se resta incentivo para actividades ilegales en bosques de la amazonia en Latino américa.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	14 de 14



Figura 22,23,24. Productos despachados en marzo 2024 con parihuelas metálicas.

## 10. Conclusiones y Recomendaciones

- a. TAMA recomienda a sus clientes analizar esta información con sus respectivos profesionales a nivel técnico, para encontrar las oportunidades de mejora, por ejemplo; mejorar el diseño propuesto (anexo N°6) y los costos.
- b. Por ahora estamos paralizando la fabricación de las parihuelas metálicas, así como las entregas de nuestros productos usando estas parihuelas (tenemos más de 25 m<sup>2</sup> en stock con el diseño inicial según anexo N°5). Estaremos a la espera del feed back de los clientes, para retomar fabricaciones a fines de junio, con el diseño según el anexo N°6 y con la seguridad de que serán aceptadas por los almacenes en nuestros clientes.
- c. Los destinatarios que reciban esta información, la pueden compartir, sobre todo con industrias metalmeccánicas, con el fin de cumplir con el objetivo descrito en el punto 9. Entendemos que en mercados más grandes como Chile, Brasil, México, si se suman a esta iniciativa, puede tener un impacto relevante en Latino américa (nuestra Amazonía).
- d. TAMA recomienda a sus clientes mejorar las condiciones de pago, con las tasas actuales y los pagos de facturas a 90 o 180 días, se genera un alto interés financiero que afecta la competitividad de las empresas metalmeccánicas. Así como continuidad en el trabajo asignado. Una empresa metalmeccánica sin fortaleza financiera, no puede permitirse asignar recursos a iniciativas de este tipo.
- e. Varios de los clientes de TAMA tienen mejor poder de negociación con respecto al cliente final (Usualmente la Mina), solicitamos que usando esta información se puede solicitar, el revisar los procedimientos actuales, que solo aceptan embalaje de madera.
- f. Analizar otras oportunidades de mejora, por ejemplo; solicitar al cliente revisar sus procedimientos de embalaje: Se tiene en los últimos dos años, clientes que solicitan para todos sus productos sean cubiertos con stretch film (es un plástico), sin realizar un análisis para segmentar los productos a embalar. A criterio de TAMA, esta práctica puede aplicar para un producto de material especial tipo acero inoxidable, revestimiento, mecanizado (que, por sus características al contacto con polvo u otros contaminantes, se pueden generar en el futuro grietas, picaduras, rayaduras, etc), pero no aplica para un producto pintado, que dada la naturaleza de su uso, la pintura es básicamente una "presentación de marca", y cuando entra en servicio en segundos o minutos se pierde la pintura (revestimientos tipo liners, repuestos sometidos a desgaste, fatiga, etc.).

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**Anexo N°1**

**T-GG-F-09 Huella Carbono TAMA 2023**

TAMA INGENIEROS S.A.C.



# TAMA INGENIEROS S.A.C.

Transformación del Acero para la Minería y Agroindustria



**“DESARROLLO DE TECNOLOGÍA PARA UNA MEJOR  
CALIDAD DE VIDA”**

# HUELLA DE CARBONO TAMA INGENIEROS S.A.C 2023

## RESUMEN

En esta presentación se resumen los resultados obtenidos del cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) correspondientes al año 2023 de TAMA, llevado a cabo por la consultora A2G.

La información utilizada para la elaboración de este informe, corresponde al periodo comprendido desde el 1 de enero de 2023 hasta el 31 de diciembre de 2023



## METODOLOGÍA

- ▶ Lineamientos metodológicos de la norma ISO 14064-1:2018.
- ▶ Métodos de cálculo señalados en las Directrices para la elaboración de inventarios nacionales del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

Para el cálculo de Emisiones GEI:

Se usa la fórmula general de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):

$$\text{Emisiones\_GEI} = \sum_i \text{Nivel\_Actividad}_i \times \text{Factor\_Emisión}_i$$

Donde:

**Nivel\_Actividad:** Es la información requerida. Generalmente se refiere a un solo dato como: consumo de combustible, consumo de electricidad, consumo de papel, etc.

**Factor\_Emisión:** Es la emisión de GEI por cada unidad del Nivel de Actividad.

i: Corresponde a los casos en el nivel de actividad. Por ejemplo: tipos de combustible, tipos de insumo, etc.

## RESULTADOS OBTENIDOS

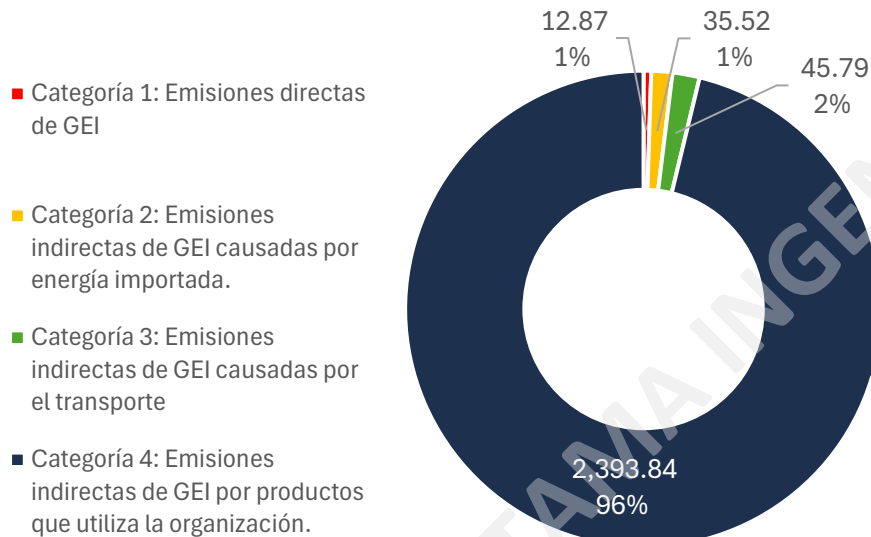
El total de emisiones de GEI generadas por TAMA en 2023 ascendió a **2,488.03 toneladas de CO<sub>2</sub>e**.

Fuentes de emisión de GEI	Emisiones de GEI tCO <sub>2</sub>	Emisiones de GEI tCH <sub>4</sub> e	Emisiones de GEI tN <sub>2</sub> Oe	Emisiones de GEI tCO <sub>2</sub> e	%
<b>Categoría 1: Emisiones directas de GEI</b>	<b>12.67</b>	<b>0.02</b>	<b>0.18</b>	<b>12.87</b>	<b>0.52%</b>
Consumo de combustible propio equipos fijos	0.19	-	-	0.19	
Consumo de combustible propio equipos móviles	12.21	0.02	0.18	12.41	
Extintor	0.17	-	-	0.17	
Lubricantes	0.10	-	-	0.10	
Emisiones biogénicas categoría 1	-	-	-	-	
<b>Categoría 2: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada.</b>	<b>35.41</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>35.52</b>	<b>1.43%</b>
Consumo de energía eléctrica	35.41	0.05	0.06	35.52	
<b>Categoría 3: Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte</b>	<b>45.43</b>	<b>0.04</b>	<b>0.32</b>	<b>45.79</b>	<b>1.84%</b>
Viajes aéreos	3.07	-	0.02	3.09	
Viajes terrestres	0.36	-	-	0.36	
Movilidad local - taxi	0.58	-	-	0.58	
Transporte de materiales	4.48	-	0.06	4.54	
Transporte de residuos sólidos	0.07	-	-	0.07	
Transporte casa - trabajo	36.87	0.04	0.24	37.15	
<b>Categoría 4: Emisiones indirectas de GEI por productos que utiliza la organización.</b>	<b>2,393.82</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>2,393.84</b>	<b>96.21%</b>
Energía eléctrica: Pérdida T&D	4.49	0.01	0.01	4.51	
Consumo de agua potable	0.09	-	-	0.09	
Consumo de papel	0.22	-	-	0.22	
Compra de materiales e Insumos	2,389.02	-	-	2,389.02	
Generación de residuos sólidos	-	-	-	-	
<b>Total</b>	<b>2,487.33</b>	<b>0.12</b>	<b>0.57</b>	<b>2,488.02</b>	<b>100.00%</b>

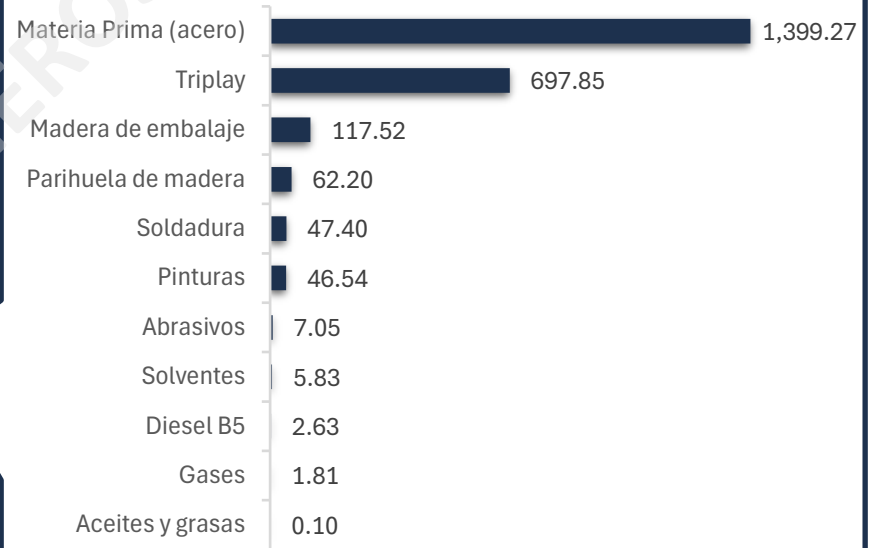
## RESULTADOS OBTENIDOS

El total de emisiones de GEI generadas por TAMA en 2023 ascendió a **2,488.03 toneladas de CO<sub>2</sub>e.**

Fuentes de emisión de GEI (Ton CO<sub>2</sub>e)



Materiales e insumos [tCO<sub>2</sub>e]



Se aprecia un alto componente de Materia Prima (acero) y de maderas (triplay, embalaje, parihuelas) en las emisiones indirectas de TAMA.

## EMISIONES INDIRECTAS DE GEI POR COMPRA DE ACERO

La World Steel Association ([Worldsteel](https://worldsteel.org)) es una institución que congrega aproximadamente a 150 productores de acero que representan el 85 % de la producción mundial, y que recoleta y reporta los índices de sostenibilidad de la industria del acero como las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Calculation approach for global CO<sub>2</sub> emissions intensity, 2022 onwards

$$\begin{array}{l}
 \text{Global} \\
 \text{CO}_2 \\
 \text{emissions} \\
 \text{intensity}
 \end{array}
 =
 \left[ \begin{array}{l}
 \text{BF-BOF} \\
 \text{CO}_2 \text{ intensity} \\
 2.33
 \end{array} \right]
 \times
 \left[ \begin{array}{l}
 \text{Share of} \\
 \text{BOF steel} \\
 \text{in global} \\
 \text{production} \\
 72\%
 \end{array} \right]
 +
 \left[ \begin{array}{l}
 \text{Scrap-EAF} \\
 \text{CO}_2 \text{ intensity} \\
 0.68
 \end{array} \right]
 \times
 \left[ \begin{array}{l}
 \text{Share of} \\
 \text{scrap-EAF steel} \\
 \text{in global} \\
 \text{production} \\
 21\%
 \end{array} \right]
 +
 \left[ \begin{array}{l}
 \text{DRI-EAF} \\
 \text{CO}_2 \text{ intensity} \\
 1.37
 \end{array} \right]
 \times
 \left[ \begin{array}{l}
 \text{Share of} \\
 \text{DRI-EAF steel} \\
 \text{in global} \\
 \text{production} \\
 7\%
 \end{array} \right]$$

Métodos: (BF-BOF) Furnace-Basic Oxygen; (Scrap+EAF) Chatarra + Electric Arc Furnace; (DRI) Direct reduced iron

Los % son relativos a la participación del acero según su método de producción a nivel mundial

Fuente: <https://worldsteel.org/steel-topics/sustainability/sustainability-indicators-2023-report/>

## EMISIONES INDIRECTAS DE GEI POR COMPRA DE ACERO

Según Worldsteel, en 2022 por cada tonelada de acero producida en China se emitieron entre **1.3 a 2.1 Ton CO<sub>2</sub>**.

**Ecoinvent**<sup>®</sup>, institución global que elabora bases de datos de emisiones de CO<sub>2</sub> por energía, suministros, productos químicos, metales, agricultura, gestión de residuos, transporte, etc. sostiene que el factor es **2.5 Ton CO<sub>2</sub> /Ton Acero**.

$$\text{Emisiones MP Acero}_{\text{TAMA}} = 558.3 \text{ Ton} \times 2.5 \text{ Ton CO}_2 / \text{Ton} = \mathbf{1,399 \text{ Ton CO}_2}.$$

# NORMATIVA RESPECTO A EMISIONES

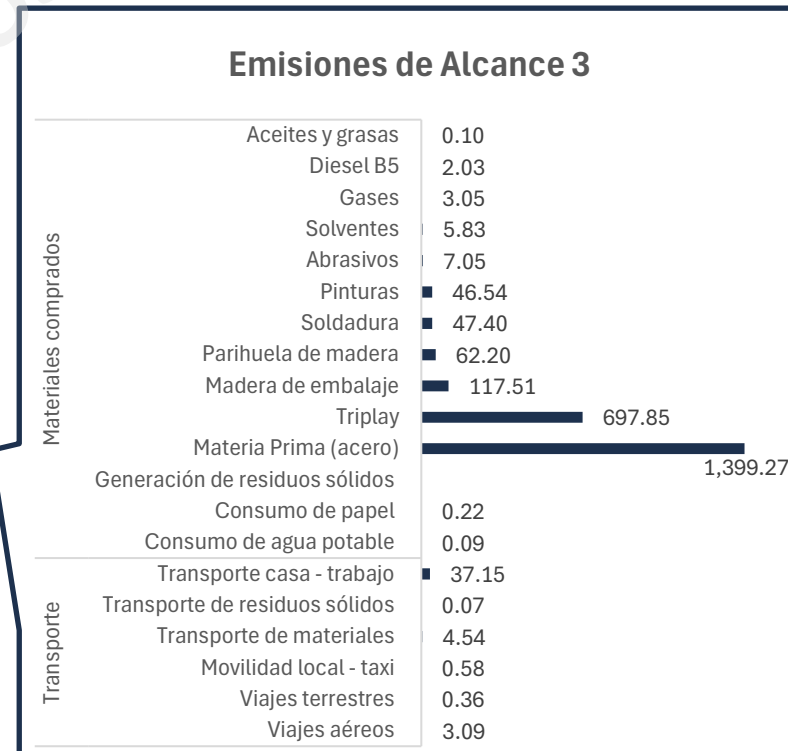
Principales enfoques para la gestión de emisiones:

<b>ISO 14064:2018</b> Estándar <b>normativo</b> para la para la cuantificación, verificación e informe de las emisiones de gases de efecto invernadero.	<b>GHG Protocol</b> Guía para la Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI: <b>directrices</b> para empresas que miden y reportan sus emisiones de GEI.
<b>Categoría 1:</b> Emisiones y absorciones directas de GEI.	<b>Alcance 1:</b> Emisiones directas de GEI.
<b>Categoría 2:</b> Emisiones indirectas de GEI procedentes de la energía importada.	<b>Alcance 2:</b> Emisiones indirectas de GEI procedentes de la energía importada.
<b>Categoría 3:</b> Emisiones indirectas de GEI procedentes del transporte.	<b>Alcance 3:</b> Todas las demás emisiones indirectas que se producen en la cadena de valor de la organización, incluidas las categorías 3, 4, 5 y 6 de la norma ISO 14064.
<b>Categoría 4:</b> Emisiones indirectas de GEI procedentes de los productos utilizados por la organización.	
<b>Categoría 5:</b> Emisiones indirectas de GEI asociadas al uso de los productos de la organización.	
<b>Categoría 6:</b> Emisiones indirectas de GEI procedentes de otras fuentes no incluidas en las categorías 2 a 5.	

## IMPACTO EN OBJETIVOS SBTi

De cara al SBTi al 2030, el 96% de la huella de TAMA está representado por las emisiones indirectas por materiales comprados (materia prima e insumos).

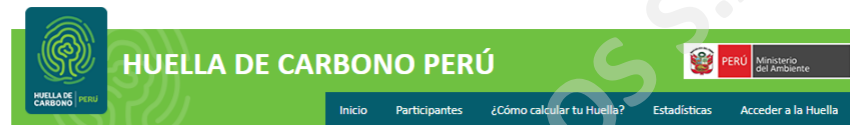
GHG Protocol	GEI TAMA 2023 (tCO <sub>2</sub> e, %)	Fuentes
<b>Alcance 1:</b> Emisiones directas de GEI.	12.87 0.52%	Combustible (montacargas, camión), extintores, lubricantes.
<b>Alcance 2:</b> Emisiones indirectas de GEI procedentes de la energía importada.	35.52 1.43%	Electricidad
<b>Alcance 3:</b> Todas las demás emisiones indirectas que se producen en la cadena de valor de la organización.	2,439.63 98.06%	Transporte (de carga, taxis, viajes, casa-trabajo), agua, papel, RRSS, y materiales comprados (2,389 Ton CO <sub>2</sub> )
	<b>2,488.02</b> <b>100%</b>	





# REGISTRO DE TAMA EN LA PLATAFORMA HUELLA DE CARBONO PERÚ DEL MINAM

<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/listadoInscritos/99>



## LISTADO DE INSCRITOS

Conozca a las organizaciones que han utilizado esta herramienta. Así podrá acceder a los certificados de reconocimiento y los reportes obtenidos por éstas para neutralizar sus emisiones de GEI.

Las siguientes instituciones han calculado sus emisiones de GEI que han generado sus actividades durante un año. Cada institución, ha obtenido estrellas según su grado de ambición:

Actividad económica: C - C: Industrias manufactureras | Año: 2023

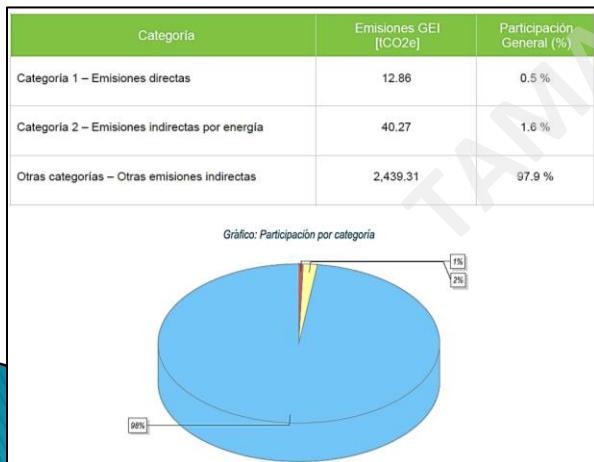
Primera estrella ★☆☆☆☆ Segunda estrella ★★☆☆☆ Tercera estrella ★★★☆☆ Cuarta estrella ★★★★☆

Sector Económico	Lista de inscritos	Estrellas obtenidas	Año	Reporte de emisiones	Certificado de verificación	Reporte de reducción	Certificado de compra de bonos de carbono	Consultora externa
C: Industrias manufactureras	PROONIX SERVICIOS MULTIPLES	★☆☆☆☆	2023					
C: Industrias manufactureras	INDUSTRIAS MANRIQUE S.A.C.	★☆☆☆☆	2023	<a href="#">reporteHCC_1710507030751_.pdf</a>				No
C: Industrias manufactureras	TAMA INGENIEROS SAC	★☆☆☆☆	2023	<a href="#">reporteHCC_1712083268221_.pdf</a>				
C: Industrias manufactureras	DSM MARINE LIPIDS PERU S.A.C.	★☆☆☆☆	2023					
C: Industrias manufactureras	TEXTILES CAMONES S.A.	★☆☆☆☆	2023					Ecoamet EIRL
C: Industrias manufactureras	INDUSTRIA TEXTIL DE PLÁSTICOS E.I.R.L.	★☆☆☆☆	2023	<a href="#">reporteHCC_1711030862071_.pdf</a>				Consultora R

# REGISTRO DE TAMA EN LA PLATAFORMA HUELLA DE CARBONO PERÚ DEL MINAM

Realizado el 02 de abril 2024 y publicado el 03 de abril 2024.

Las cifras reportadas por MINAM difieren ligeramente de las del informe emitido por la consultora debido al uso de otros factores de emisión para cada fuente.





PERÚ Ministerio del Ambiente

Herramienta Huella de Carbono Perú

---

## REPORTE DE HUELLA DE CARBONO

**1.- DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN:**

Razón Social: TAMA INGENIEROS SAC  
Sector Comercial: C: Industrias manufactureras  
Sub-sector: Fabricación de productos metálicos para uso estructural  
Actividades: Metalmecánica

Periodo de reporte: 2023

**2.- RESUMEN DE RESULTADOS:**

La organización TAMA INGENIEROS SAC, generó:

**2,493** tCO<sub>2</sub>e

Además, por quema de biomasa 0.37 tCO<sub>2</sub> y 0.000 tHCFC.

Se ha considerado una incertidumbre: Razonable.

El enfoque de consolidación del límite de información ha sido CONTROL OPERATIVO al 100%.

El enfoque para las emisiones indirectas por energía importado es el BASADO EN LA UBICACIÓN.

## SIGUIENTES PASOS: SBTi

- Los objetivos climáticos para la reducción de emisiones de TAMA deberán ser aprobados por la iniciativa Science Based Targets (**SBTi**).
- El SBTi es la institución con el método mas reconocido para la aprobación de hojas de ruta climáticas.
- Los objetivos SBTi tienen base científica y están en línea con el Acuerdo de París sobre cambio climático.
- Formulario TAMA enviado el 09ABR2024.



SCIENCE  
BASED  
TARGETS

DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

## SIGUIENTES PASOS: SBTi

Cómo plantean sus objetivos SBTi algunas empresas conocidas:

Empresa	Objetivos basados en ciencia / GHG Protocol
FLSmidth	“FLSmidth A/S se compromete a reducir las emisiones absolutas de GEI de <b>alcance 1 y 2</b> en un 100% para 2030 a partir de un año base 2019. FLSmidth A/S se compromete a reducir las emisiones de GEI de <b>alcance 3 derivadas del uso de productos vendidos</b> en un 56% durante el mismo periodo de tiempo. FLSmidth A/S también se compromete a que el 30% de sus proveedores, por gasto en bienes y servicios adquiridos, tengan objetivos basados en la ciencia para 2025”
Metso	“Metso Outotec se compromete a reducir las emisiones absolutas de GEI de <b>alcance 1 y 2</b> en un 50% para 2030 a partir del año base 2019. Metso Outotec se compromete a reducir las emisiones de GEI de <b>alcance 3 derivadas del uso de productos vendidos</b> , así como del transporte antes y después de la producción, en un 20% para 2025 a partir del año base 2019. Metso Outotec se compromete a que el 30% de sus proveedores directos tengan objetivos científicos para 2025”
SSAB	“SSAB se compromete a reducir las emisiones absolutas de GEI de <b>alcance 1 y 2</b> en un 35% para 2032 a partir del año base 2018”
Weir Group PLC (The)	“Weir se compromete a reducir las emisiones absolutas de GEI de <b>alcance 1 y 2</b> en un 30% para 2030 a partir de un año base 2019. Weir también se compromete a reducir las emisiones absolutas de GEI de <b>alcance 3 derivadas del uso de los productos vendidos</b> en un 15% en el mismo plazo”

Fuente: <https://sciencebasedtargets.org/target-dashboard>

Prohibida la copia parcial o total de este documento, sin la debida autorización de TAMA Ingenieros SAC

## OTRAS EMPRESAS EN EL MINAM O SBTI

EMPRESA / AÑO	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3		Total TCO2e	FUENTE	
			Transporte, agua papel	Otras indirectas			
TAMA INGENIEROS S.A.C. 2023	12.87	35.52	50.61	2,389.02	2,488.03	Consult. A2G	
HAUG S.A. 2022	Resultados no publicados en HC MINAM						
VULCO 2020	921.37	210.39	715.50		1,847.26	MINAM	
VULCO 2021	1,298.77	271.18	235.74	4,069.23	5,874.92		
VULCO 2022	1,371.66	319.28	2,612.89	612.83	4,916.66		
FLSMIDTH S.A.C. 2020 (Perú)	25.35	28.33	0.27		53.95		
TUBOS Y PERFILES METALICOS SA 2021	914.65	467.64	-		1,382.29		
TUBOS Y PERFILES METALICOS SA 2022	821.67	659.13		1,142.46	2,623.26		
CPPQ S.A. 2019	2,829.35	2,583.86	8,239.71		13,652.92		
CPPQ S.A. 2021	2,290.54	2,762.38	6,788.22	143,310.00	155,151.14		
CPPQ S.A. 2022	2,003.92	2,533.94	6,786.58	128,299.51	139,623.95		
FERROSA 2019	53.83	592.60	11.84		658.27		
FERROSA 2020	36.56	414.79	1.02		452.37		
FERROSA 2021	103.55	694.91	2.11		800.57		
JOY GLOBAL (KOMATSU) S.A.C. 2021	312.55	382.10	605.23		1,299.88		
JOY GLOBAL (KOMATSU) S.A.C. 2022	191.79	435.29	916.82		1,543.90		
CERRADURAS NACIONALES S.A.C. 2020	51.82	793.69	3.34		848.85		
PRODAC SA 2019	7,182.28	3,176.08	716.72		11,075.08		
FLSMIDTH S.A.C. 2022 (Global)		38,079.00		5,461.00	43,540.00		REPORTE ANUAL FLS*
FLSMIDTH S.A.C. 2023 (Global)		38,022.00		5,430.00	43,452.00		
METSO 2019 (Global)	39,492.00	83,338.00	203,000.00	2,329,000.00	2,654,830.00		REPORTE ANUAL METSO*
METSO 2020 (Global)	36,918.00	7,995.00	144,000.00	2,898,000.00	3,086,913.00		
METSO 2021 (Global)	43,204.00	9,186.00	152,000.00	3,326,000.00	3,530,390.00		
METSO 2022 (Global)	43,868.00	5,076.00	164,000.00	3,486,000.00	3,698,944.00		

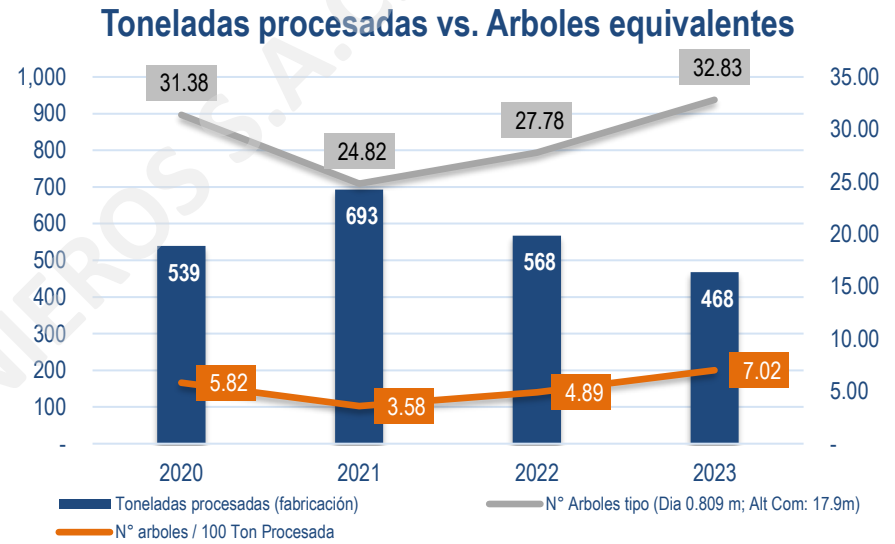
(\*) A nivel global, Metso reporta todas las emisiones a lo largo del ciclo de vida de sus equipos, mientras que FLS no (en general, las emisiones de categoría 3 equivalen al 70% del total de las organizaciones que las miden).

Prohibida la copia parcial o total de este documento, sin la debida autorización de TAMA Ingenieros SAC

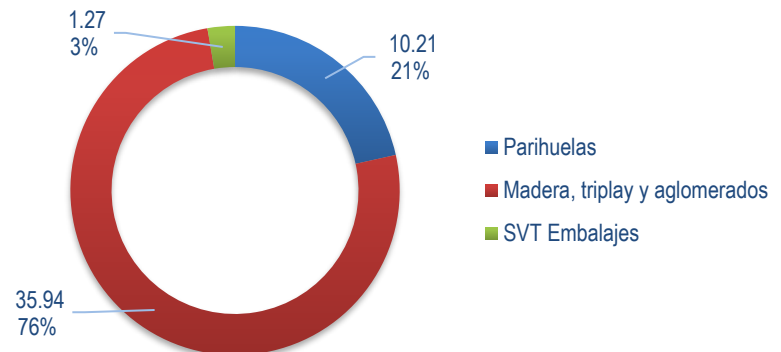
## EMISIONES DEBIDAS A EMBALAJES DE MADERA

- En 2023 se compraron 47.43m<sup>3</sup> de madera (listones, triplay, parihuelas y SVT embalajes) que equivalieron a 32.8 árboles\* en pie.
- En 2023, por cada 100 ton de acero fabricado se debieron talar siete árboles.
- El 76% de la madera fue adquirida en forma de listones.

(\*) Diámetro 0.81m y Altura 17.90m.



### Madera para embalajes (2023, m<sup>3</sup>)



## SIGUIENTES PASOS

### Reducción en emisiones indirectas de Alcance 3:

1. Cuantificar las futuras oportunidades de reducción con la fabricación de parihuelas metálicas (si se deja de comprar triplay y madera para embalaje TAMA emitirían 815 Ton CO<sub>2</sub> menos).

2023	Vol (m <sup>3</sup> )	Ton CO <sub>2</sub>
Parihuelas	10.21	62.2
Triplay	2.57	697.85
Madera	33.37	117.51
SVT embalajes	1.27	
<b>Total</b>	<b>47.43</b>	<b>877.56</b>

Oportunidad de reducción: 815 Ton CO<sub>2</sub>

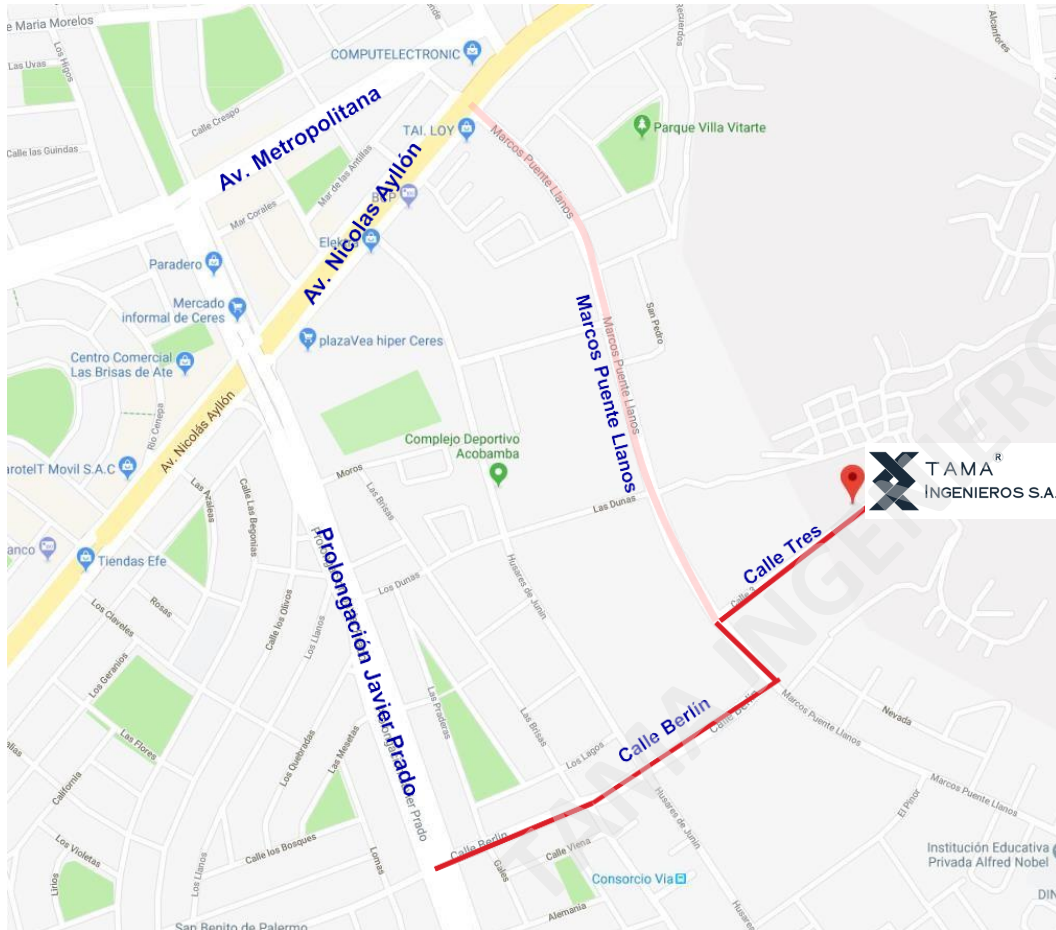
2. Promover el uso de acero SSAB que emite 1.43 Ton CO<sub>2</sub>/ Ton acero, en comparación con el promedio global (2.5 Ton CO<sub>2</sub> /Ton acero), así como trabajar con proveedores de insumos que midan su huella de carbono.

### Reducción en emisiones de Alcance 1 y 2

3. Consumo de combustible (montacargas, camión, etc.) y de electricidad.



# UBICACIÓN Y CONTACTOS



**Calle 3, Mz. B, Lt.1,  
Urb. Barbadillo – ATE  
Lima Perú**



**51 1 715-1280  
51 1 715-1281**



**[ventashardox@tama.pe](mailto:ventashardox@tama.pe)  
[tamasac@tama.pe](mailto:tamasac@tama.pe)**

**Página web: [www.tamaingenieros.pe](http://www.tamaingenieros.pe)**

# MUCHAS GRACIAS

## Visión y Misión

**“Desarrollo de Tecnología para una Mejor Calidad de Vida.”**

*Nuestro Lema:*

**“AQUÍ LA SEGURIDAD ES UN HÁBITO NO UNA OPCIÓN; NUESTRAS FAMILIAS NOS ESPERAN”**

*Arenga Oficial:*

**“EN TAMA INGENIEROS, LA SEGURIDAD ES PRIMERO”**

**Anexo N°2**  
**Reporte Huella Carbono TAMA 2023**

TAMA INGENIEROS S.A.C.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



---

# REPORTE DE HUELLA DE CARBONO ORGANIZACIONAL

TAMA INGENIEROS S.A.C.



## REPORTE DE HUELLA DE CARBONO

### 1.- DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN:

Razón Social: TAMA INGENIEROS SAC  
Sector Comercial: C: Industrias manufactureras  
Sub-sector: Fabricación de productos metálicos para uso estructural  
Actividades: Metalmecánica

Periodo de reporte: 2023

### 2.- RESUMEN DE RESULTADOS:

La organización TAMA INGENIEROS SAC, generó:

2,493 tCO<sub>2</sub>e

Además, por quema de biomasa 0.37 tCO<sub>2</sub> y 0.000 tHCFC.

Se ha considerado una incertidumbre: Razonable.

El enfoque de consolidación del límite de información ha sido CONTROL OPERATIVO al 100%.

El enfoque para las emisiones indirectas por energía importado es el BASADO EN LA UBICACIÓN.

Los resultados del presente inventario de GEI por límite organizacional son:

Tabla: Límite organizacional y emisiones de GEI respectivas.

Instalación o actividad	Total GEI [tCO <sub>2</sub> e]
TAMA INGENIEROS S.A.C. ATE. LIMA. PERÚ	0.00
ATE. LIMA. PERÚ	2,492.44

Este reporte de emisiones de GEI de TAMA INGENIEROS SAC, para el año 2023, es el resultado del uso de la Huella de Carbono Perú del Ministerio del Ambiente. En el proceso de cálculo y reporte se siguieron protocolos y metodologías estandarizadas: NTP ISO 14064-1:2020, GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, Directrices del IPCC de 2006 para inventarios nacionales de GEI (GL2006) y el Quinto Reporte del IPCC (AR5).

### 3. INVENTARIO DE GEI



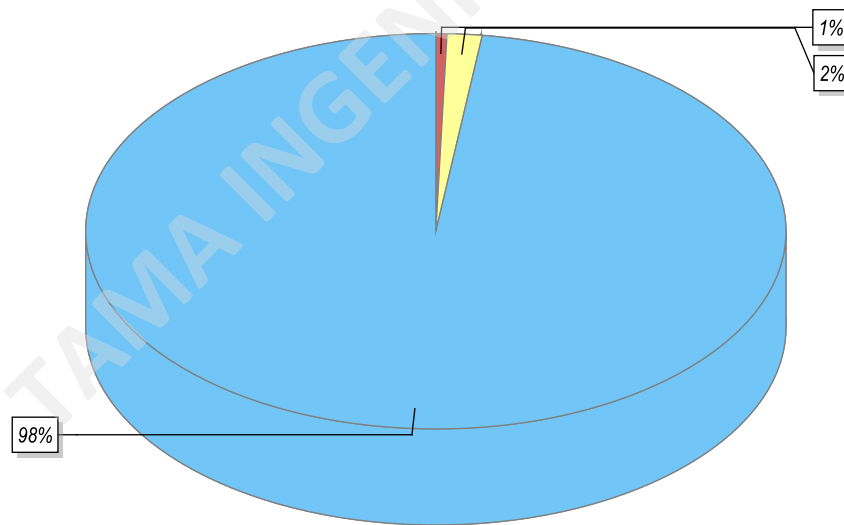
### 3.1. Emisiones GEI de la organización.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de todas las sedes de TAMA INGENIEROS SAC, para el año 2023, se muestran en la siguiente tabla y gráfica, donde se aprecia que el 98% de las emisiones corporativas se generan en las fuentes que corresponden a Categoría 3:

Tabla: Emisiones totales de GEI por categoría

Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
Categoría 1 – Emisiones directas	12.86	0.5 %
Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía	40.27	1.6 %
Otras categorías – Otras emisiones indirectas	2,439.31	97.9 %

Gráfico: Participación por categoría



● Categoría 1 – Emisiones directas ● Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía ● Otras categorías – Otras emisiones indirectas

Tabla: Emisiones de tCO<sub>2</sub>e por fuente y categoría

Categoría	Dióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> )	Metano (tCH <sub>4</sub> )	Óxido Nitroso (tN <sub>2</sub> O)	Hidrofluorocarbono (tHFC)	Perfluorocarbono (tPFC)	Hexafluoruro de azufre (tSF <sub>6</sub> )	Trifluoruro de nitrógeno (tNF <sub>3</sub> )	Emisiones GEI (tCO <sub>2</sub> e)
Categoría 1 – Emisiones directas								



Categoría	Dióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> )	Metano (tCH <sub>4</sub> )	Óxido Nitroso (tN <sub>2</sub> O)	Hidrofluoro-carbono (tHFC)	Perfluoro-carbono (tPFC)	Hexafluoruro de azufre (tSF <sub>6</sub> )	Trifluoruro de nitrógeno (tNF <sub>3</sub> )	Emisiones GEI (tCO <sub>2</sub> e)
Combustión de fuentes fijas	0.19	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.19
Fuentes fijas biogénicas	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
Combustión de fuentes móviles	12.21	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	12.40
Fuentes móviles biogénicas	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
Otras fuentes	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.27
<b>Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía</b>								
Consumo de energía eléctrica	39.90	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	40.03
Pérdidas por transmisión de electricidad	0.03	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.03
Pérdidas por distribución de electricidad	0.21	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.21
<b>Otras categorías – Otras emisiones indirectas</b>								
Transporte de insumos	2.26	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.26
Transporte de productos	2.63	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.63
Transporte aéreo	2.63	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2.63
Transporte terrestre	0.96	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.97



Categoría	Dióxido de carbono (tCO <sub>2</sub> )	Metano (tCH <sub>4</sub> )	Óxido Nitroso (tN <sub>2</sub> O)	Hidrofluoro-carbono (tHFC)	Perfluoro-carbono (tPFC)	Hexafluoruro de azufre (tSF <sub>6</sub> )	Trifluoruro de nitrógeno (tNF <sub>3</sub> )	Emisiones GEI (tCO <sub>2</sub> e)
Transporte colaboradores: Casa-Trabajo	41.11	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	41.44
Consumo de agua	0.18	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.18
Consumo de papel	0.23	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.23
Disposición final de residuos sólidos	0.00	0.01	0.00	0	0	0.00	0.00	0.15
Otras fuentes	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	2,388.82

Tabla: Emisiones de los gases GEI por fuentes y categoría.

Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
<b>Categoría 1 – Emisiones directas</b>		
Combustión de fuentes fijas	0.19	0.00 %
Fuentes fijas biogénicas	0.00	0.00 %
Combustión de fuentes móviles	12.40	0.49 %
Fuentes móviles biogénicas	0.00	0.00 %
Otras fuentes	0.27	0.01 %
<b>Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía</b>		
Consumo de energía eléctrica	40.03	1.60 %
Pérdidas por transmisión de electricidad	0.03	0.00 %



Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
Pérdidas por distribución de electricidad	0.21	0.00 %
Otras categorías – Otras emisiones indirectas		
Transporte de insumos	2.26	0.09 %
Transporte de productos	2.63	0.10 %
Transporte aéreo	2.63	0.10 %
Transporte terrestre	0.97	0.03 %
Transporte colaboradores: Casa-Trabajo	41.44	1.66 %
Consumo de agua	0.18	0.00 %
Consumo de papel	0.23	0.00 %
Disposición final de residuos sólidos	0.15	0.00 %
Otras fuentes	2,388.82	95.84 %
<b>TOTAL HUELLA DE CARBONO</b>	<b>2,492.44</b>	

### 3.2. Emisiones GEI por instalaciones o actividades

#### ATE. LIMA. PERÚ

La instalación / actividad ATE. LIMA. PERÚ, generó en el año 2023:

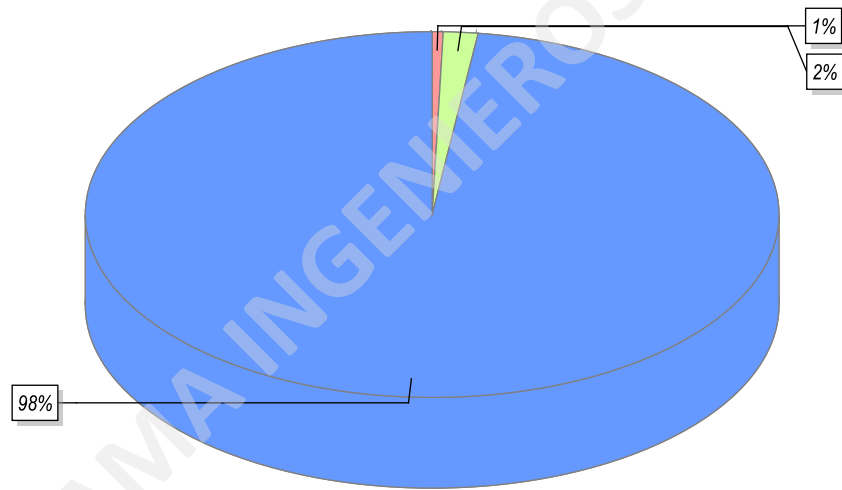
**2,492 tCO<sub>2</sub>e**

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la sede ATE. LIMA. PERÚ de TAMA INGENIEROS SAC, para el año 2023, se muestran en la siguiente tabla y gráfica, donde se aprecia que el 98% de las emisiones corporativas se generan en las fuentes que corresponden a Categoría 3:

Tabla: Emisiones totales de GEI por categoría

Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
Categoría 1 – Emisiones directas	12.86	0.5 %
Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía	40.27	1.6 %
Otras categorías – Otras emisiones indirectas	2,439.31	97.9 %

Gráfico: Participación por categoría



● Categoría 1 – Emisiones directas ● Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía ● Otras categorías – Otras emisiones indirectas

Las emisiones de GEI reportadas por fuentes de emisión identificadas, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla: Emisiones GEI por fuentes

Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
Categoría 1 – Emisiones directas		
Combustión de fuentes fijas	0.19	0.0 %
Fuentes fijas biogénicas	0.00	0.0 %





Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
Combustión de fuentes móviles	12.40	0.5 %
Fuentes móviles biogénicas	0.00	0.0 %
Otras fuentes	0.27	0.0 %
Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía		
Consumo de energía eléctrica	40.03	1.6 %
Pérdidas por transmisión de electricidad	0.03	0.0 %
Pérdidas por distribución de electricidad	0.21	0.0 %
Otras categorías – Otras emisiones indirectas		
Transporte de insumos	2.26	0.1 %
Transporte de productos	2.63	0.1 %
Transporte aéreo	2.63	0.1 %
Transporte terrestre	0.97	0.0 %
Transporte colaboradores: Casa-Trabajo	41.44	1.7 %
Consumo de agua	0.18	0.0 %
Consumo de papel	0.23	0.0 %
Disposición final de residuos sólidos	0.15	0.0 %
Otras fuentes	2,388.82	95.8 %
<b>TOTAL HUELLA DE CARBONO</b>	<b>2,492.44</b>	



## TAMA INGENIEROS S.A.C. ATE. LIMA. PERÚ

La instalación / actividad TAMA INGENIEROS S.A.C. ATE. LIMA. PERÚ, generó en el año 2023:

0 tCO<sub>2</sub>e

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la sede TAMA INGENIEROS S.A.C. ATE. LIMA. PERÚ de TAMA INGENIEROS SAC, para el año 2023, se muestran en la siguiente tabla y gráfica, donde se aprecia que el 0% de las emisiones corporativas se generan en las fuentes que corresponden a

Tabla: Emisiones totales de GEI por categoría

Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
Categoría 1 – Emisiones directas	0.00	0.0 %
Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía	0.00	0.0 %
Otras categorías – Otras emisiones indirectas	0.00	0.0 %

Gráfico: Participación por categoría

● Categoría 1 – Emisiones directas ● Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía ● Otras categorías – Otras emisiones indirectas

Las emisiones de GEI reportadas por fuentes de emisión identificadas, se presentan en la siguiente tabla:



Tabla: Emisiones GEI por fuentes

Categoría	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> e]	Participación General (%)
<b>Categoría 1 – Emisiones directas</b>		
Combustión de fuentes fijas	0.00	0.0 %
Fuentes fijas biogénicas	0.00	0.0 %
Combustión de fuentes móviles	0.00	0.0 %
Fuentes móviles biogénicas	0.00	0.0 %
Otras fuentes	0.00	0.0 %
<b>Categoría 2 – Emisiones indirectas por energía</b>		
Consumo de energía eléctrica	0.00	0.0 %
Pérdidas por transmisión de electricidad	0.00	0.0 %
Pérdidas por distribución de electricidad	0.00	0.0 %
<b>Otras categorías – Otras emisiones indirectas</b>		
Transporte de insumos	0.00	0.0 %
Transporte de productos	0.00	0.0 %
Transporte aéreo	0.00	0.0 %
Transporte terrestre	0.00	0.0 %
Transporte colaboradores: Casa-Trabajo	0.00	0.0 %
Consumo de agua	0.00	0.0 %
Consumo de papel	0.00	0.0 %
Disposición final de residuos sólidos	0.00	0.0 %
Otras fuentes	0.00	0.0 %
<b>TOTAL HUELLA DE CARBONO</b>	<b>0.00</b>	



#### 4. EXCLUSIONES

La organización no presenta exclusiones

TAMA INGENIEROS S.A.C.



### 5. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Año	Unidad	t CO2 / unidad
2023	Producción-peso (Toneladas)	5.33


### 6. ACCIONES DE MITIGACIÓN DE GEI

TAMA INGENIEROS S.A.C.



**Anexo N°3 T-GI-F-21**  
**Informe Calculo Arboles**

TAMA INGENIEROS S.A.C.

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	1 de 23

<b>PARA</b>	:	E.C.C.
<b>TEMA</b>	:	Estimación de la cantidad de madera utilizada en TAMA y su equivalencia en número de árboles
<b>FECHA</b>	:	09/04/2024
<b>REALIZADO POR</b>	:	R.V.V.

## Resumen Ejecutivo


En este informe se describen el método y los supuestos necesarios para estimar la cantidad de madera que se consume en TAMA en sus diferentes aplicaciones de embalaje, en forma de árboles. Para ello se estimó la cantidad de madera utilizada en el periodo 2020-2023 (en m<sup>3</sup>) en listones, parihuelas y en servicios de embalaje en base a las compras registradas en el ERP SAP en dicho periodo, y además se analizó la cantidad de madera útil que se obtiene de un árbol y que logra ser convertida en insumo para embalaje como, por ejemplo, parihuelas de madera. Con ese fin, se revisaron investigaciones nacionales para establecer: la especie de árbol comúnmente utilizada para parihuelas, las dimensiones típicas de dicha especie antes de su tala, la eficiencia de tala, la eficiencia en aserradero, y los años que transcurren antes de la tala de un árbol.

Así, este estudio permitió determinar que el diámetro o altura de un árbol no determinan su edad de corte, sino más bien su tiempo de mayor eficiencia productiva, que en el caso de la especie *Pinus radiata* (una de las más utilizadas para la fabricación de parihuelas) fluctúa entre 7 a 10 años. En Puno, inclusive, una investigación determinó que 33 años era la edad óptima de tala para plantaciones de esta especie. Además, se establecieron las siguientes medidas de un árbol típico de *Pinus radiata* en base a estudios referentes en Perú: Diámetro altura pecho ( $D_{ap}$ ) de 0.81m y Altura Comercial ( $H_c$ ) de 17.90m.

Entre los principales hallazgos se determinó que, por cada m<sup>3</sup> de árbol talado, solo se aprovecha el 24.16% en madera para embalaje. Además, en 2023, en TAMA se utilizaron 47.43m<sup>3</sup> de madera en forma de listones, parihuelas y embalajes, que equivalieron a 32.8 árboles en pie considerando las medidas del árbol típico. Ello significa que, en 2023, por cada 100 ton de acero procesado en fabricaciones se debieron talar siete árboles.

Finalmente, se estimó un potencial importante de reducción de hasta 75.8% de volumen de madera en forma de listones si los embalajes que se fabrican a medida en TAMA fuesen reemplazados por embalajes fabricados de acero sobrante.


Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	2 de 23

## Contenido

Resumen Ejecutivo .....	1
Contenido.....	2
1. Introducción .....	3
2. Rendimiento de un árbol.....	3
2.1. Rendimiento del árbol en pie convertido a trozas.....	3
2.2. Rendimiento de trozas a madera útil.....	5
2.3. Dimensiones típicas de un árbol .....	7
2.4. Características de crecimiento de un árbol de <i>Pinus radiata</i> .....	9
3. Consumo de madera en TAMA.....	10
3.1. Consumo de madera en TAMA.....	10
3.1.1. Consumo de madera en listones .....	11
3.1.2. Consumo de madera en parihuelas .....	11
3.1.3. Consumo de madera en embalajes .....	12
3.2. Caso práctico.....	13
4. Conclusiones .....	14
Referencias .....	15
ANEXO 1: ESTUDIOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE TROZA A TABLA DE MADERA .....	17
ANEXO 2: CONSUMO DE LISTONES DE MADERA PARA FABRICACION DE EMBALAJES EN TAMA 2020-2023 .....	19
ANEXO 3: SERVICIOS DE EMBALAJE 2020-2023 .....	21
ANEXO 4: CUBICACIÓN DE SERVICIOS DE EMBALAJE 2020-2023 .....	22

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	3 de 23

## 1. Introducción

En TAMA se consume madera principalmente para su uso en la fabricación de embalajes para los productos terminados. Así, se utilizan listones de madera, parihuelas y, además, se contrata el servicio de embalaje a proveedores, en especial para los despachos de exportación. Por tal motivo se hace necesario contar con una forma de cuantificar estos consumos y, además, lograr traducir estos consumos en número de árboles, con el fin de representar de forma más gráfica en los reportes de TAMA el impacto del uso de madera en la tala de bosques. Así, se pretende responder a las preguntas ¿A cuántos árboles equivale la madera que se utiliza en TAMA? y ¿Cuánto tiempo debió crecer un árbol antes de ser talado?

## 2. Rendimiento de un árbol

Para analizar el rendimiento de un árbol, es decir la cantidad de madera útil convertida en producto final respecto del árbol en pie se deben distinguir dos instancias:

- Rendimiento del árbol en pie convertido a trozas, que implica el tumbado del árbol, el trozado en segmentos más pequeños para poder manipularlos y transportarlos hasta un aserradero.
- Rendimiento de las trozas convertidas a piezas de madera comerciales, que implica el plan de corte y aprovechamiento de cada troza en un aserradero.

### 2.1. Rendimiento del árbol en pie convertido a trozas

Para estimar el volumen aprovechable de madera, se estima la altura comercial y el diámetro del árbol a la altura del pecho del agricultor. De acuerdo al “Manual para el Productor Forestal. Cómo cubicamos nuestra madera” elaborado por la Oficina de las Naciones Unidas para las Drogas y el Delito [1], se debe conocer la medida del  $D_{ap}$  (diámetro a la altura del pecho, tomado a 1.30 m de altura de la base) y la altura comercial ( $H_c$ ) del árbol, es decir la altura hasta donde el fuste o tronco esté recto. Además, se debe tener en cuenta el factor de forma ( $f$ ), factor de reducción que corresponde a la relación entre el volumen del árbol y el volumen de un sólido geométrico de referencia como un cono, o un cilindro [2] que es una característica que tiene cada especie y que fluctúa entre 0.65 y 0.75.



Figura 1. Medidas de un árbol en pie. Fondo: Palcazú, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco.


Nota: Imágenes tomadas desde:

(1) “Manual para el Productor Forestal. Cómo cubicamos nuestra madera”, por Oficina de las Naciones Unidas para las Drogas y el Delito, 2017. Obtenido desde

[https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM\\_Manual\\_Como\\_cubicamos\\_la\\_madera.pdf](https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_Como_cubicamos_la_madera.pdf)

(2) “Reserva Comunal Yanasha”, por Andina, 2023. Obtenido desde <https://andina.pe/agencia/noticia-reserva-comunal-yanasha-celebra-su-34-efemeride-conservando-un-tesoro-natural-y-cultural-890701.aspx>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	4 de 23

De esta forma es posible estimar el volumen de un árbol en pie [3]:

$$Vol(r) = \frac{\pi \times D_{ap}^2}{4} \times H_c \times 0.65 \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

- Vol (r) : Volumen rollizo (m<sup>3</sup>)
- H<sub>c</sub> : Altura comercial (m)
- D<sub>ap</sub>: Diámetro a la altura del pecho (m)
- π = 3.1416
- Factor de forma: 0.65

Sin embargo, una vez que el árbol es talado (tumbado y trozado), se toman las medidas reales. Cuando las trozas llegan al aserradero se vuelve a medir el volumen neto aprovechable de las trozas, descontando las rajaduras, zonas podridas y otros defectos. De esta forma, la disminución del volumen de madera puesto en planta con respecto al volumen medido en la etapa de tumbado y trozado es - en promedio- de 32.54%. O, dicho de otra forma, el rendimiento entre el árbol tumbado y la troza puesta en planta es de 67.46% de acuerdo a un estudio realizado por Frisk y Córdova [4] y cuyos resultados se resumen en la Tabla 1.

De forma similar en la Tabla 2, Valencia [3] determinó que el rendimiento varía en función del diámetro D<sub>ap</sub>.

Tabla 1.

Rendimiento entre el árbol tumbado y la troza puesta en aserradero

Especie	Inventario (en pie) m <sup>3</sup> /ha	Tumbado y trozado m <sup>3</sup> /ha	Trozas puestas en planta m <sup>3</sup> /ha	Rendimiento Árbol en pie.- Troza
Tornillo	38	65	30	46.15%
Machimango blanco	9	10	8	80.00%
Moena Negra	7	6	5	83.33%
Chimicua	5	5	4	80.00%
Ana caspi	4	4	4	100.00%
Marupá	4	4	4	100.00%
Sacha uvilla	4	3	3	100.00%
Cedro masha	4	3	3	100.00%
Resto	31	26	24	92.31%
<b>Promedio [4]</b>	<b>106</b>	<b>126</b>	<b>85</b>	<b>67.46%</b>

Nota: Obtenido de "Estudio de rendimiento potencial y extracción forestal en el bosque nacional Alexander Von Humboldt. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003 Mejoramiento de los sistemas de extracción y transformación forestal" por Frisk y Córdova [4].

Tabla 2.


Rendimiento entre el árbol tumbado y la troza puesta en aserradero

Categoría	Rango Diam.	Tala (m <sup>3</sup> )	Arrastre (m <sup>3</sup> )	Transporte (m <sup>3</sup> )	Rendimiento
<b>I</b>	.8-.89	425.038	351.717	339.392	79.85%
<b>II</b>	.9-.99	1328.87	1004.579	1004.219	75.57%
<b>III</b>	1-1.09	1021.214	771.919	783.717	76.74%
<b>IV</b>	1.1-1.19	873.867	651.059	652.012	74.61%
<b>V</b>	1.2-1.29	544.88	396.041	388.508	71.30%
<b>VI</b>	MAS 1.39	412.277	332.153	322.425	78.21%
<b>Promedio [3]</b>		<b>4606.146</b>	<b>3507.468</b>	<b>3490.273</b>	<b>75.77%</b>

Nota: Obtenido de "Determinación del coeficiente de conversión del árbol en pie a troza en patio del aserradero, de la especie shihuahuaco (dipteryx spp.)" por Valencia [3].

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	5 de 23

Algunas de las variables que influyen en el rendimiento en tala se deben a que en muchas ocasiones los árboles talados caen en un sentido distinto al deseado lo que causa quebraduras en los fustes y pérdida de algunas trozas, disminuyendo el rendimiento de los mismos. Otra causa del bajo rendimiento en algunos árboles son los problemas fitosanitarios característicos de ciertas especies como huecos, nudos y podredumbre, así como la presencia de aletas en la especie, lleva a la sobre estimación del diámetro inicial, dificultando así el cálculo y cubicación del fuste del árbol en pie [3].



Figura 2. Defectos comunes en patio de trozas : Huecos o rajaduras a causa de una mala dirección de caída. Obtenido de "Determinación del coeficiente de conversión del árbol en pie a troza en patio del aserradero, de la especie shihuahuaco (*dipteryx spp.*)" por Valencia [3]

Para efectos de estimación se trabajará con el rendimiento entre el árbol tumbado y la troza puesta en aserradero de 75.77% [3].

## 2.2. Rendimiento de trozas a madera útil

En esta etapa el rendimiento se mide como la relación entre el volumen de madera aserrada resultante y el volumen de madera rolliza producto del aserrío. Luego que las trozas o madera rolliza llegan al aserradero, se procede a su corte en diferentes medidas para su comercialización o transformación en producto final.


En esta fase la medición del rendimiento es influenciada por una mayor cantidad de variables,

- El diámetro, la longitud y la conicidad de las trozas: se ha determinado que conforme disminuyen los diámetros de las trozas, disminuye el rendimiento de aserrío [5].
- Presencia de nudos, bolsas de resina, médula en las trozas.
- En un proceso de aserrío convencional el aserrado se lleva a cabo sin realizar una clasificación de calidades lo que conlleva a un bajo rendimiento.
- El sobredimensionamiento de las piezas a cortar puede representar hasta un 10 % del volumen total de madera verde sin cepillar [6].
- Método de corte: al utilizar una sierra circular el rendimiento de la madera aserrada fue del 33%, mientras que, al utilizar un aserradero portátil con sierra de cinta el rendimiento fue del 52.75% [7].
- La variación en espesor de la madera aserrada, que depende de la precisión mecánica de los equipos de aserrío [6]
- Las características propias de la especie, calidad de las trozas, estado de la maquinaria, el patrón de corte, tipo de sierra, calidad y dimensiones de los productos generados, habilidad y capacidad del operario.

Llactas [8] y Silva [7] sostienen que las especies *Ficus insípida* y *Pinus radiata* figuran entre las más utilizadas para la elaboración de parihuelas. Sus denominaciones comerciales más comunes son ojé, pino, bolaina blanca, almendro, cachimbo blanco, capirona, machimango blanco, zapote, huimba, manchinga, mashonaste, panguana, pashaco y yacushapana. Ambos autores determinaron el

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	6 de 23

rendimiento en aserradero en el Perú para la fabricación de parihuelas y reportaron que este fluctuó entre 31.88 a 50.43%. En Ecuador se obtuvieron rendimientos de hasta 15.08% tal como se muestra en la Tabla 2 [9].

Se debe tener en cuenta que el rendimiento depende también del tipo de piezas aserradas, en el caso particular de la madera para parihuela, el rendimiento es relativamente menor al promedio debido a que para su elaboración se requiere de tacos y tabloncillos de dimensiones menores en comparación a otro tipo de piezas de uso comercial tal como se muestra en el Anexo 1 donde se observan rendimientos de hasta 66% [7].

Tabla 3.

Rendimiento de madera rolliza para la fabricación de parihuelas

N°	Investigación	Especie	Rendimiento	Observaciones
5	Llactas (2023)	Varias (Ficus insipida u Ojé, Diplotropis o Chontaquiro)	31.88%	Parihuelas en el modelo EAN 1.00 m x 1.20 m x 0.15 m. (57,40 kg) y modelo Estándar 1.00 m x 1.20 m x 0.15 m (32,04 kg). Huánuco, Perú.
6	Silva (2023)	Pinus Radiata	46.26%	Plantaciones de la ciudad de Cajamarca, parihuelas para exportación en el modelo convencional de 1.00 m x 1.20 m x 0.15 m.
7	Silva (2023)	Pinus Radiata	48.04%	Calidad A (buena)
8	Silva (2023)	Pinus Radiata	42.60%	Calidad B (regular a mala)
9	Silva (2023)	Pinus Radiata	50.43%	Diámetro grande
10	Silva (2023)	Pinus Radiata	45.30%	Diámetro mediano
11	Silva (2023)	Pinus Radiata	42.00%	Diámetro pequeño
33	Cevallos et al. (2017)	Pinus radiata	34.94%	Rendimiento de troza a bloque, sierra cinta. Ecuador
34	Cevallos et al. (2017)	Pinus radiata	43.29%	Rendimiento de bloque a tabla
35	Cevallos et al. (2017)	Pinus radiata	15.08%	Rendimiento de troza a tabla

Nota: Adaptado de [8], [7], [9]

Para efectos de estimación se trabajará con el rendimiento de madera rolliza para la fabricación de parihuelas de 31.88% [8].

En la Figura 3 se resumen los procesos de fabricación de parihuela en aserradero que explican las pérdidas producto del retrozado (recorte en trozas de menor tamaño), de la eliminación de corteza, de la capacidad de la sierra, y de las dimensiones de las piezas para el armado de parihuelas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

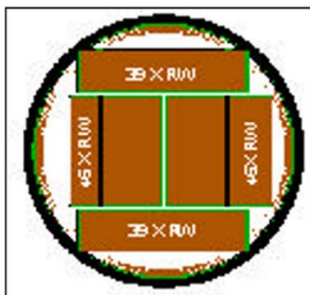


Figura 5. Diagrama de corte para diámetro 32.



Figura 3. Retrozado, diagrama de corte, aserrío y armado de parihuelas.  
Nota: Tomado de [3].

En consecuencia, el rendimiento que debe tenerse en cuenta para responder a la pregunta ¿a cuántos árboles equivale la madera que se utiliza en TAMA? es aquel que abarca ambas etapas: el rendimiento del árbol en pie convertido a trozas (de 75.77%) y el rendimiento de trozas a madera útil (de 31.88%).

Tabla 4.

Rendimiento de árbol en pie para la fabricación de parihuelas

Rendimiento del árbol en pie convertido a trozas (a)	Rendimiento de trozas a madera útil (b)	Rendimiento de árbol en pie a madera útil, parihuela (axb)
75.77%	31.88%	24.16%

De acuerdo con la aproximación de la Tabla 4, el rendimiento total de cada metro cubico de madera de árbol en pie se aprovechan 0.2416m<sup>3</sup> de madera útil como producto de madera: 0.2423m<sup>3</sup> se pierden a consecuencia de huecos, nudos y podredumbre que se detectan luego del tumbado del árbol, y del resto se deja de aprovechar el 31.88% por ineficiencias en el proceso de aserrado. En resumen, para la fabricación de parihuelas, cada m<sup>3</sup> de árbol en pie se convierte en 0.2416m<sup>3</sup> de parihuela de madera.

### 2.3. Dimensiones típicas de un árbol

Llactas [8] y Silva [10] reportaron a las especies *Ficus Insípida* (oje) o el *Pinus radiata* como las más utilizadas para la elaboración de parihuelas. Las características de ambas especies, en general son las siguientes:

**Ficus insípida:** Árbol mayor de 45 m de altura total, de copa es dominante y fuste es cilíndrico con diámetros a la altura del pecho ( $D_{ap}$ ) de 50 a 150 cm. Posee ramas de grandes dimensiones de 48 a 50 cm de diámetro [11]. Llactas [8] identificó en la Tabla 5 diámetros de trozas que en promedio tuvieron 0.81 m de diámetro mayor y 0.71m de diámetro menor, lo que ofrece una idea del diámetro de tala.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General


	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	8 de 23

Tabla 5.

Características de las trozas de árbol Oje utilizadas para la elaboración de parihuelas.

N	Especie (nombre común)	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
25	Oje	0.78	0.68	6.00	2.511
43	Oje	0.73	0.54	6.40	2.027
46	Oje	0.99	0.82	6.40	4.117
47	Oje	0.87	0.81	6.40	3.547
48	Oje	0.97	0.87	6.40	4.254
49	Oje	1.05	0.84	6.40	4.489
50	Oje	0.94	0.84	6.40	3.982
51	Oje	0.53	0.50	3.36	0.700
53	Oje	0.84	0.81	6.30	3.368
54	Oje	0.50	0.47	6.40	1.182
106	Oje	0.73	0.67	6.40	2.463
107	Oje	0.78	0.71	6.40	2.790

Nota: Tomado de [8].

**Pinus Radiata:** Especie de hasta 40 m de altura, presenta un eje principal y ramificaciones secundarias regularmente espaciadas, con copa piramidal bien definida [7]. Silva [7] identificó diámetros de trozas que fluctuaron entre 0.14m hasta 0.43m.

No se ha reportado información en cuanto a la altura de los árboles de Oje que son talados, ya que las investigaciones sobre parihuelas realizadas se han llevado a cabo en los aserraderos, es decir madera rolliza, en trozas, o talada. Para los fines de este estudio es necesario establecer una medida típica de árbol que sirva como parámetro de equivalencia, por lo que se tomaron medidas de tala de otros tipos de árboles. Así, Valencia [3] para la determinación del coeficiente de conversión del árbol en pie a troza en aserradero de la especie shihuahuaco en Iñapari; Madre de Dios analizó una muestra de 360 árboles de esta especie con diámetros promedio de 1.12m y altura comercial del árbol en pie de 17.90m en promedio como se muestra en la Tabla 6 [3].

Tomando dicho estudio como referencia para la altura comercial y al estudio de Llactas [8], se han establecido para los cálculos de este informe las siguientes dimensiones de diámetro y altura:

Diámetro altura pecho ( $D_{ap}$ ) : 0.81m  
 Altura Comercial ( $H_c$ ) : 17.90m  
 Volumen aprovechable (m<sup>3</sup>) : 5.98m<sup>3</sup> (Véase la Ecuación 1)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General


	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>		<b>T-GI-F-21</b>	
			Fecha	02/03/2020
	<b>INFORME</b>		Versión	01
			Página	9 de 23

Tabla 6.  
Diámetro a la Altura del Pecho y Altura Comercial de una muestra de la especie shihuahuaco

Clase Diamétrica		N° individuos	Diámetro altura de pecho (dap)		Altura Comercial (HC)		Coeficiente de conversión	
Rango	Categoría		Promedio (m)	Coeficiente Variabilidad (%)	Promedio (m)	Coeficiente Variabilidad (%)	Promedio	Coeficiente Variabilidad (%)
[0.80m a 0.89m]	I	46	0.88	13.3	17.13	12.1	1.114	26.4
[0.90 m a 0.99m]	II	125	0.94	12.8	17.75	14.4	0.997	32.4
[1m a 1.09m]	III	83	1.08	14.1	17.9	12.7	0.966	30.9
[1.10m a 1.19m]	IV	57	1.14	13.8	18.33	12.7	0.951	39
[1.20m a 1.29m]	V	31	1.24	17.1	18.42	14.4	0.871	36.2
[1.30m a más >	VI	18	1.45	18.2	18.66	11.5	0.885	26.7
Total		360	1.12	35	17.9	13.5	0.981	33.2

Nota: Tomado de [3]

#### 2.4. Características de crecimiento de un árbol de *Pinus radiata*

De acuerdo a la investigación “Modelación del crecimiento diamétrico de *Pinus radiata* d. Don y *Pinus oocarpa schiede ex schldl* en el departamento de Junín, a través de técnicas dendrocronológicas” [12] llevado a cabo en las comunidades campesinas de Tingo Paccha y Acopalca, la especie *Pinus radiata* requiere entre 4 a 5 años para alcanzar su máxima tasa decrecimiento diametral (denominada incremento medio anual o IMA) de 1.63 a 1.76 cm/año, con diámetros teóricos máximos entre 46 y 54cm. Asimismo, determinó que el turno biológico de corta (TBC, o tiempo de vida modelado donde se decide que la especie alcanzó su máximo ritmo de crecimiento y es más eficiente cortarla en ese momento [13]) de la *Pinus radiata* fue relativamente corto entre 7 y 10 años (Otras investigaciones referidas por [12] reportan TBCs mayores como Argentina, 12 años; España, 15 a 25 años; Chile, 21 años; Australia, 60 años, Puno, 33 años [14]).

Otra investigación reportó que en Camacani, Puno, a los 13 años los pinos alcanzaron una altura promedio de 12m [14].

En Ecuador otra fuente reportó que el incremento medio anual de la especie *Pinus radiata* en altura es de 1.22 m. y de diámetro 1.68 cm [15].

La diferenciación en las edades y tasas de crecimiento entre los árboles de una misma especie depende principalmente de la disponibilidad de nutrientes e iluminación: en lugares donde el crecimiento arbóreo es restringido por la falta de algún nutriente o luz solar, los árboles pueden alcanzar mayores edades y llegar a ser más longevos, mientras que en lugares donde existe una buena reserva de sustentos y luminosidad los bosques alcanzan edades cortas, en consecuencia, la edad de los árboles no está en función de su diámetro o altura [16]. Dicho de otra forma, a mayor disponibilidad de nutrientes y luz solar los árboles alcanzan su TBC a menor edad [17].

En este estudio las plantaciones de *Pinus radiata* no tuvieron ningún tipo de tratamiento silvicultural (también denominado raleo, proceso que consiste en reducir gradualmente el número de árboles en una plantación para concentrar el crecimiento en los mejores individuos [18]).

Al relacionar estos datos con los de la Tabla 6 [3], se colige que los árboles talados con diámetros mayores a 80 cm tardaron mucho más de 10 años en llegar a alcanzar esas medidas. En Puno, inclusive, se determinó que 33 años era la edad teórica óptima de tala para plantaciones de *Pinus radiata* [14].

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General


	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	10 de 23

Tabla 7.

Rasgos de la historia de vida y silvicultura de dos especies de pino

Rasgos <sup>a</sup>	<i>Pinus radiata</i>		<i>Pinus oocarpa</i>	
	<i>Acopalca</i>	<i>Tingo Paccha</i>	<i>Ingenio</i>	<i>Colpar</i>
<i>A<sub>max</sub></i>	54 cm	46 cm	88 cm	89 cm
<i>t<sub>vital</sub></i>	47 años	37 años	299 años	200 años
<i>t<sub>0,5</sub></i>	24 años	21 años	142 años	36 años
<i>Edad<sub>Max. ICA</sub></i>	5 años	4 años	4 años	5 años
<i>ICA<sub>Max</sub></i>	1.76 cm año <sup>-1</sup>	1.89 cm año <sup>-1</sup>	9.19 cm año <sup>-1</sup>	8.54 cm año <sup>-1</sup>
<i>Edad<sub>Max IMA</sub></i>	10 años	7 años	8 años	8 años
<i>IMA<sub>Max</sub></i>	1.63 cm año <sup>-1</sup>	1.76 cm año <sup>-1</sup>	6.93 cm año <sup>-1</sup>	6.35 cm año <sup>-1</sup>
<i>TCAP</i>	1.16 cm año <sup>-1</sup>	1.25 cm año <sup>-1</sup>	0.62 cm año <sup>-1</sup>	1.44 cm año <sup>-1</sup>
<i>TCRP</i>	24.28 cm año <sup>-1</sup>	31.71 cm año <sup>-1</sup>	0.84 cm año <sup>-1</sup>	0.44 cm año <sup>-1</sup>
<i>TBC</i>	10 años	7 años	8 años	9 años

*Nota.* Asíntota del diámetro (<sup>a</sup>*A<sub>max</sub>*); lapso vital (*t<sub>vital</sub>*); vida media (*t<sub>0,5</sub>*); edad a la que alcanza el ICA máximo (*Edad<sub>max ICA</sub>*); máximo valor del ICA (*ICA<sub>max</sub>*); edad a la que alcanza el IMA máximo (*Edad<sub>max IMA</sub>*); máximo valor del IMA (*IMA<sub>max</sub>*); tasa de crecimiento absoluta ponderada (*TCAP*); tasa de crecimiento relativa ponderada (*TCRP*); turno biológico de corta (*TBC*).

Nota: Tomado de [12].

### 3. Consumo de madera en TAMA

#### 3.1. Consumo de madera en TAMA

En TAMA se utiliza madera de tres formas distintas: listones y paneles de madera, parihuelas de madera, y embalajes :

- Listones y paneles de madera**, grupo que contiene a los listones de madera, triplay y tableros OSB que se utilizan para fabricar los embalajes y cajas para despacho de producto terminado:
  - Listones de madera: Que incluye los productos de madera en sus diferentes formas (listones, tablas, etc.)
  - Triplay: Paneles formados por diferentes capas de madera encoladas y prensadas usualmente se comercializa en formatos de 4' x 8' en espesores de 4, 6 y 10mm. Por ejemplo, en TAMA se utiliza frecuentemente listones de madera roble de 3" x 4" x 10'.
  - Paneles OSB (Oriented Strand Board) Paneles hechos de astillas de madera prensadas en capas perpendiculares y unidas con resina aplicada a alta presión y temperatura.
- Parihuela de madera**, de acuerdo al Procedimiento de Embalaje T-AB-PT-05 de TAMA, las parihuelas de uso recurrente en TAMA son del formato 1100 x 1300 mm, y poseen los componentes que se detallan en la Tabla 8. El volumen típico de madera que contiene cada parihuela es de 0.031m<sup>3</sup>.
- Servicios de embalaje**, a través de los cuales se contrata a algún proveedor especializado en la fabricación de embalajes y cajas cerradas de madera a medida, usualmente para los despachos de exportación por tratarse de madera tratada.

La información sobre los consumos de cada tipo de madera se obtuvo de los registros de compra SAP del 2020 al 2023.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General




	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	11 de 23

Tabla 8.  
Metrado de una parihuela de 1100 x 1300 mm

Pieza	Cant	Espesor (m)	Ancho (m)	Long (m)	Vol (m3)
Tablas superiores	4	0.019	0.184	1.3	0.018
<b>Transversales inferiores</b>	3	0.0762	0.0508	1.1	0.013
<b>Volumen unitario de madera en parihuela 1100 x 1300</b>					<b>0.031</b>

### 3.1.1. Consumo de madera en listones

Los listones y paneles fueron cubicados en base a las medidas de cada pieza adquirida (LxAxH) en metros cúbicos como se muestra en la Tabla 9. El detalle se encuentra en el Anexo 2.

Tabla 9.  
Cubicación de listones y paneles de madera (m3 de madera)

Descripción	UM*	2020	2021	2022	2023
MADERA	m3	29.63	26.40	20.92	33.37
TRIPLAY	m3	2.54	1.36	1.28	1.69
OSB (Triplay aglomerado)	m3	-	-	-	0.88
<b>TOTAL</b>	<b>m3</b>	<b>32.17</b>	<b>27.76</b>	<b>22.21</b>	<b>35.94</b>

### 3.1.2. Consumo de madera en parihuelas

Las parihuelas fueron cubicadas en base al metrado de las piezas que las componen, cuyo detalle se muestra en la Tabla 6. Cada parihuela de 1100x 1300mm contiene 0.031m3 de madera (Véase la Tabla 8).



Figura 4. Formas de consumo de madera para embalaje en TAMA.

Tabla 10.  
Cubicación de parihuelas de madera de 1100 x 1300 (m3 de madera)

Pieza	Cant.	Espesor (m)	Ancho (m)	Long (m)	Vol (m3)
Tablas superiores	4	0.0190	0.1840	1.30	0.018
Transversales inferiores	3	0.0762	0.0508	1.10	0.013
<b>Volumen unitario de madera por parihuela 1100 x 1300mm</b>					<b>0.031</b>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



### 3.1.3. Consumo de madera en embalajes

Para estimar la cubicación de la madera consumida en forma de servicios de embalaje se realizaron algunas estimaciones basadas en el costo de los servicios realizados y las dimensiones de las cajas preparadas. En 2023 la cantidad de madera ascendió a 1.27 m<sup>3</sup>, tal como se resume en la Tabla 11 y Figura 5, el detalle se muestra en el Anexo 3.

Tabla 11.

Estimación de volumen de madera recibida mediante servicios de embalaje (m<sup>3</sup> de madera)

Descripción	UM	2020	2021	2022	2023
Monto USD	US\$	9111.90	3,970.00	67,546.98	36,012.35
Vol Embalado (Lxaxh; m3)	m3	1.30	0.90	37.66	29.28
<b>Vol madera Embalaje (m3, e=8mm)</b>	<b>m3</b>	<b>0.19</b>	<b>0.07</b>	<b>1.83</b>	<b>1.27</b>

Nota: El cubicaje de madera se estimó en base al área de las cajas de madera (embalajes) multiplicada por un espesor e=8mm (Detalle en el Anexo 3) para los casos en los que las dimensiones y pesos de producto terminado estaban disponibles (principalmente del año 2023). En el resto de casos se realizó una estimación en base al valor del servicio.

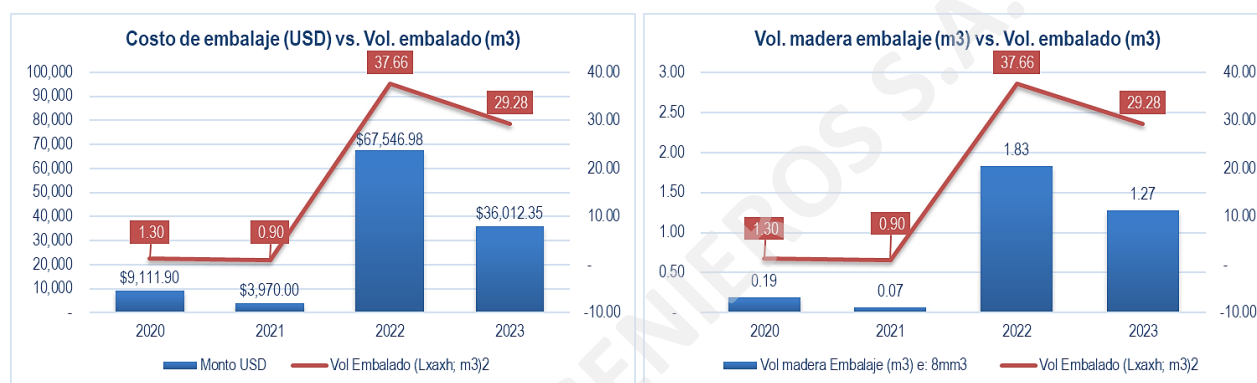


Figura 5. Costo de embalaje, volumen embalado, y madera utilizada (2020-2023, en m<sup>3</sup>).


En la Tabla 12 se presenta la estimación de los volúmenes de madera utilizados en TAMA en sus diferentes formas (parihuelas, listones y embalajes) durante el periodo 2020-2023. De acuerdo ella, el 76% de la madera fue adquirida en forma de listones, 22% como parihuelas de 1100x1300 y 3% en forma de embalajes. En particular, es posible destacar que existe un potencial importante de reducción de hasta 75.8% de consumo de madera en listones si los embalajes que se fabrican a medida con éstos, se reemplazan por embalajes de acero. Por el lado de las parihuelas de madera, se prevé continuar con su uso en TAMA debido a que son de segundo uso, y por el lado de los embalajes, por lo general de acuerdo a requerimiento de los Clientes, estos se realizan de madera tratada para fines de exportación.

Tabla 12.

Estimación de volumen de madera utilizada en TAMA (m3) en forma de parihuelas, listones y embalajes

Descripción	UM	2020	2021	2022	2023
<b>Madera en Parihuelas</b>	m3	12.97 (28.6%)	8.02 (22.4%)	16.1 (40.1%)	10.21 (21.5%)
<b>Madera en Listones</b>	m3	32.17 (71%)	27.76 (77.4%)	22.21 (55.3%)	35.94 (75.8%)
<b>Madera en Embalajes</b>	m3	0.19 (0.4%)	0.07 (0.2%)	1.83 (4.6%)	1.27 (2.7%)
<b>Total Listones + Parihuelas + Embalajes</b>	<b>m3</b>	<b>45.33 (100%)</b>	<b>35.85 (100%)</b>	<b>40.13 (100%)</b>	<b>47.43 (100%)</b>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	13 de 23

Para obtener la cantidad de árboles equivalentes, se determinó el volumen de madera útil en pie que tuvo que ser talada en base a la eficiencia de la Tabla 4 (para obtener 47.43m<sup>3</sup> de parihuela fueron necesarios 196.34 m<sup>3</sup> de árbol en pie). Luego, teniendo en cuenta el volumen aprovechable de un árbol tipo descrito en la sección 2.3 (5.98m<sup>3</sup> para un árbol de 0.81m de diámetro y 17.90m de altura comercial) se determinó a cuántos árboles equivale la madera utilizada en TAMA, cuyo detalle se muestra en la Tabla 13. Así, la cantidad de madera utilizada en forma de listones, parihuelas y embalajes en 2023 en TAMA equivalió a 32.8 árboles en pie.

Además, a partir de los datos de producción de acero en TAMA se pudo obtener el ratio de N° de árboles por cada 100 toneladas de acero producido. En 2023, por cada 100 ton de acero se utilizó la madera aprovechable de 7.59 árboles (Figura 6).

Tabla 13.  
Estimación de la cantidad de árboles utilizados

Descripción	UM	2020	2021	2022	2023
Vol. Madera útil en pie	m3	187.66	148.41	166.13	196.34
Vol rollizo Árbol tipo (m3)	m3	5.98			
N° Arboles tipo (Dia 0.809 m; Alt Com: 17.9m)	Und	31.38	24.82	27.78	32.83
Toneladas procesadas acero (fabricación)	Ton	539	693	568	468
<b>N° arboles / 100 Ton Procesada</b>	<b>Und / Ton</b>	<b>5.82</b>	<b>3.58</b>	<b>4.89</b>	<b>7.02</b>

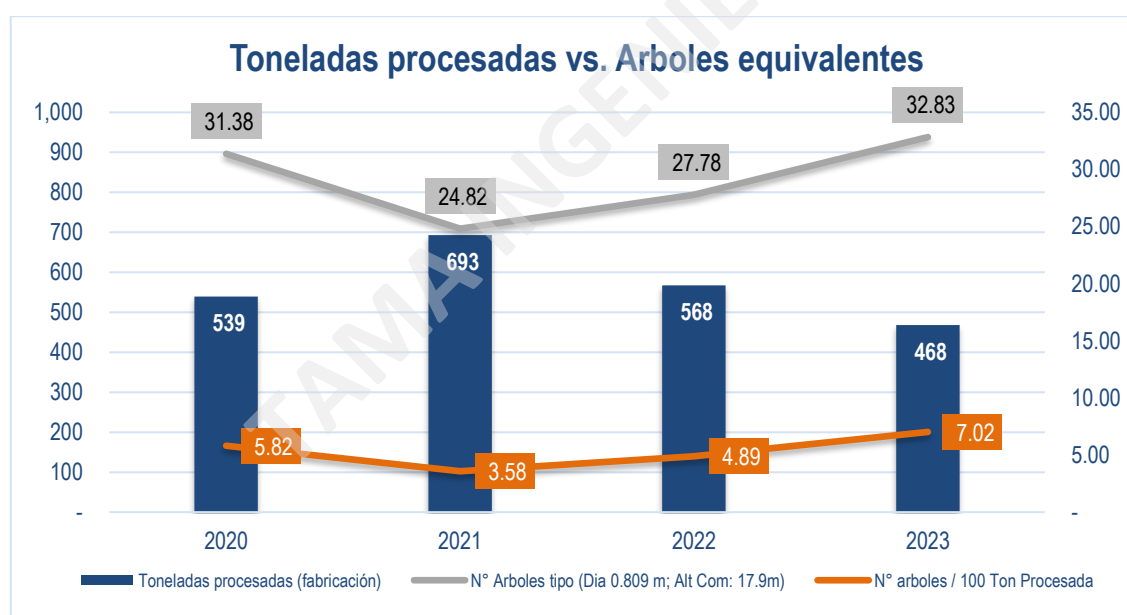


Figura 6. Cantidad de árboles equivalentes por cada 100 toneladas de acero procesado (2020-2023).


### 3.2. Caso práctico

Un árbol tipo de 0.81mØ x 17.90m de alto, si fuese un cilindro, poseería 9.22m<sup>3</sup> de madera. Debido a su forma, para su cubijaje se introduce un factor de 0.65, por lo que el volumen de madera trozada de un árbol tipo sería de 9.22 x 0.65 = 5.98 m<sup>3</sup> (Véase la sección 2.1).

Debido a su rendimiento, de esos 5.99m<sup>3</sup> de madera trozada se obtienen 5.99m<sup>3</sup> x 24.16% = 1.45m<sup>3</sup> de madera útil como producto terminado, por ejemplo, parihuelas (Véase la Tabla 4).

TAMA utilizó 47.43m<sup>3</sup> de madera en 2023, para los que se necesitó la madera de 47.43 m<sup>3</sup>/1.45m<sup>3</sup> =

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General


	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
		Fecha	02/03/2020
	<b>INFORME</b>	Versión	01
		Página	14 de 23

32.83 árboles de 0.81mØ y 17.90m de altura (Véase la Tabla 12 y Tabla 13).

#### 4. Conclusiones

- a. La cantidad de madera utilizada en forma de listones, parihuelas y embalajes en 2023 en TAMA (47.43m<sup>3</sup>) equivalió a 32.8 árboles típicos, en pie. El 76% de la madera fue adquirida en forma de listones.
- b. Se establecieron las siguientes medidas de un árbol típico en base a estudios referentes en Perú: Diámetro altura pecho ( $D_{ap}$ ) = 0.81m y Altura Comercial ( $H_c$ ) = 17.90m.
- c. Se determinó que la edad de los árboles no está en función de su diámetro o altura sino de la disponibilidad de nutrientes y luz solar por lo que, según la evidencia en bosques en Junín, de la especie *Pinus radiata* requiere entre 7 a 10 años para alcanzar su turno de corte. En Puno, inclusive, una investigación determinó que 33 años era la edad óptima de tala para plantaciones de *Pinus radiata*.
- d. Se determinó que el rendimiento de un árbol en pie convertido a trozas es de 75.77% y el rendimiento de trozas a madera útil es de 31.88%. Es decir, el rendimiento combinado es de 24.16% lo que indica que, por cada m<sup>3</sup> de árbol talado, solo se aprovecha el 24.16% en madera útil para embalaje.
- e. En 2023, por cada 100 ton de acero procesado en fabricaciones se debieron talar siete árboles.
- f. Existe un potencial importante de reducción de hasta 75.8% de volumen de madera en forma de listones si los embalajes que se fabrican a medida fuesen reemplazados por embalajes fabricados de acero sobrante.


Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	15 de 23

### Referencias

- [1] UNODC, «Manual para el Productor Forestal. Cómo cubicamos nuestra madera,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM\\_Manual\\_Como\\_cubicamos\\_la\\_madera.pdf](https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_Como_cubicamos_la_madera.pdf). [Último acceso: 27 febrero 2024].
- [2] L. Lozano y J. Bonilla, «Factor de forma para árboles del Bosque Seco Tropical (bs-T) en el norte del Departamento del Tolima – Colombia,» vol. 27, n° 2, pp. 344 - 353, 2022.
- [3] G. Valencia, «Determinación del coeficiente de conversión del árbol en pie a troza en patio del aserradero, de la especie shihuahuaco (dipteryx spp.),» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2697/K50-V34-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 20 febrero 2024].
- [4] T. Frisk y N. Córdova, «Estudio de rendimiento potencial y extracción forestal en el bosque nacional Alexander Von Humboldt. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003 Mejoramiento de los sistemas de extracción y transformación forestal,» *Nota técnica N° 17.*, pp. Lima, Perú. 28 p. , 1979.
- [5] R. Quirós, O. Chinchilla y M. Gómez, «Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales Agronomía Costarricense,» *Agronomía Costarricense*, vol. 29, n° 2, julio-diciembre, pp. 7-15, 2005.
- [6] F. Berrospi y J. Herrera, «Influencia de la variación del corte sobre el rendimiento y los ingresos económicos de la industria de aserrío,» 2014. [En línea]. Available: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2363/K50-B47-T.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 27 febrero 27].
- [7] C. Silva, «Rendimiento de la madera rolliza de pinus radiata d. Don, en la manufactura de parihuela para la agroexportacion,» 2023. [En línea]. Available: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5743>.
- [8] E. Llactas, «Rendimiento de la madera rolliza en la elaboración de parihuelas en la Morada, Huánuco,» 2014. [En línea]. Available: [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2560/TS\\_ELF\\_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20resultados%20evidencian%20que%20el,m3%20equivalente%20a%2027%2C550%20pt.](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2560/TS_ELF_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20resultados%20evidencian%20que%20el,m3%20equivalente%20a%2027%2C550%20pt.) [Último acceso: 27 febrero 2024].
- [9] E. Cevallos, X. Lara, J. Morocho, M. Davalos, E. Salazar y S. Lara, «Estudio de tiempos y rendimiento en la transformación de trozas de madera de Pinus radiata D. Don (Pino) en tablas para la elaboración de pallets,» 2017. [En línea]. Available: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/9144/8683>. [Último acceso: 27 febrero 2024].
- [10] C. Silva, «Rendimiento de la madera rolliza de pinus radiata d. Don, en la manufactura de parihuela para la agroexportacion,» 2023. [En línea]. Available: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5743>. [Último acceso: 27 febrero 2024].
- [11] Confederación Peruana de la Madera, «Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Tomo II.,» 2008. [En línea]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1458597/2.%20Compendio%20de%20información%20tecnica%20de%2032%20especies%20Forestales%20Tomo%20II.pdf.pdf>.
- [12] B. Guerra, «Modelación del crecimiento diamétrico de Pinus radiata d. Don y Pinus oocarpa schiede ex schltld en el departamento de Junín, a través de técnicas dendrocronológicas,» 2023. [En línea]. Available: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8931/T010\\_72451488\\_T%20%20%20%20Brayan%20Guerra\\_compressed.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8931/T010_72451488_T%20%20%20%20Brayan%20Guerra_compressed.pdf?sequence=4&isAllowed=y). [Último

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	16 de 23

acceso: 5 marzo 2024].

- [13] Ecosistemaglobal, «Qué es la clase artificial de edad y el turno de corta,» 2023. [En línea]. Available: <https://ecosistemaglobal.org/2023/11/08/que-es-la-clase-artificial-de-edad-y-el-turno-de-corta/>. [Último acceso: 5 noviembre 2024].
- [14] R. Lopez y M. Gonzales, «Crecimiento del Pinus radiata en Puno-Perú.,» *Revista Forestal del Perú*, Vols. %1 de %210(1-2), nº 1-2, pp. 1-6, 2014.
- [15] Ecuador Forestal, «Ficha Técnica No. 13 Pino (Pinus radiata),» 2013. [En línea]. Available: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>. [Último acceso: 5 marzo 2024].
- [16] J. Brienen R. y A. Zuidema P., «Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis,» *Oecología*, vol. 146, nº 1, pp. 1-12, 2005.
- [17] D. W. Stahle, P. T. Mushove, M. K. Cleaveland, F. A. Roig y G. Haynes, «Management implications of annual growth rings in Pterocarpus angolensis from Zimbabwe,» *Forest Ecology and Management*, vol. 124, nº 2-3, pp. 217-229, 1999.
- [18] A. Meza y G. Torres, «El raleo: una operación silvicultural fundamental,» *Kurú: Revista Foresta*, vol. 3, nº 8, pp. 1-3, 2006.

TAMA INGENIEROS S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**INFORME**
**ANEXO 1: ESTUDIOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE TROZA A TABLA DE MADERA**

N°	Investigación	Especie	Producto	Rendimiento	Observaciones
1	Sulca (2021)	Pinus tecunumanii	Piezas de una pulgada de espesor	50.90%	Plantación no manejada de 18 años provenientes de Chontabamba. Aserradero de cinta en la ciudad de Oxapampa-Pasco. Diámetro promedio de trozas fue de 26,92cm y las longitudes se distribuyeron principalmente entre los 2,44m (8') y 3,05m (10').
2	Sulca (2021)	Pinus tecunumanii	Piezas de una pulgada de espesor	13.70%	Calidad 1
3	Sulca (2021)	Pinus tecunumanii		29.40%	Calidad 2
4	Sulca (2021)	Pinus tecunumanii		7.80%	Calidad 3
5	Llactas (2023)	Varias (Ficus insipida u Ojé, Diplotropis o Chontaquiroy)	Parihuelas	31.88%	
6	Silva (2023)	Pinus radiata	Parihuelas	46.26%	Plantaciones de la ciudad de Cajamarca, parihuelas en el modelo convencional de 1.00 m x 1.20 m x 0.15 m.
7	Silva (2023)	Pinus radiata	Parihuelas	48.04%	Calidad A
8	Silva (2023)	Pinus radiata	Parihuelas	42.60%	Calidad B
9	Silva (2023)	Pinus radiata	Parihuelas	50.43%	Diámetro G
10	Silva (2023)	Pinus radiata	Parihuelas	45.30%	Diámetro M
11	Silva (2023)	Pinus radiata	Parihuelas	42.00%	Diámetro P
12	Murara et al. (2005)	Pinus taedam Brasil		44.93%	Aserrío convencional
13	Murara et al. (2005)	Pinus taedam Brasil		53.60%	Aserrío optimizado (trozas de 18-44cm de diámetro)
14	Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (INRENA, 2005)	Pinus taedam Brasil		52.00%	Madera de plantaciones
15	Yepes & Linares (2007) obtuvieron	Tomillo (Cedrelinga cateniformis) en Loreto		30.00%	Uso de sierra de cinta para trozas cuyos diámetros promedios fueron de 20-60cm, raleo de una plantación forestal de 30 años
16	Arroyo (2010)	Eucalipto (Eucalyptus globulus)	Piezas de 1" a 5" de espesor.	65.00%	Trozas de 27,8cm de diámetro promedio para provenientes de una plantación agroforestal en el valle del Mantaro, con sierra cinta
17	Yalico (2012)	Eucalyptus saligna		65.50%	Plantaciones forestales y sistemas agroforestales en la región Pasco, empleando sierra cinta
18	Yalico (2012)	Junglas neotropical		55.80%	
19	Llavé (2008)	Tectona grandis, Chanchamayo,	Piezas de 1" y 2" de espesor.	48.00%	Trozas que van desde los 13,5cm a 41,1cm de diámetros provenientes del raleo de una plantación de teca, sierra cinta
20	Montenegro (2015)	Pinus patula de 22 años	Piezas de 3/4" y 1" de espesor	43.00%	Trozas de 25,1cm de diámetro provenientes del raleo de una plantación en Porcón-Cajamarca aserrando con sierra cinta
21	Vilches (2005)	Pinus radiata	Piezas varias	60.00%	Trozas provenientes de la clase diamétrica 30-36cm, 575 trozos de 5 metros de largo distribuidos entre las clases diamétricas 30 a 36 cm empleando sierra cinta, en la zona de Valdivia-Chile
22	Esteves et al. (2010)	Pinus elliottii		66.00%	Diámetro promedio fue 34cm, aserradero portátil de sierra cinta
23	Ortiz et al. (2016)	Pinus, Pinus ayacahuite, P. Oaxacana y P. Occarpa		48.27%	Sierra cinta en la región de Oaxaca-México. Bosque naturales (donde no se realizaron practicas silvícolas),
24	Orozco et al. (2016)	Pinus leophylla		44.84%	Empleando sierra cinta, para la zona de Durango, México.
25	Orozco et al. (2016)	Pinus strobiformis		49.40%	
26	Orozco et al. (2016)	Pinus durangensis		43.18%	

Elaborado por:

Representante del Órgano de Control y Auditoría

Revisado por:

Representante del Órgano de Control y Auditoría

Aprobado por:

Gerente General

**INFORME**

N°	Investigación	Especie	Producto	Rendimiento	Observaciones
27	Orozco et al. (2016)	Pinus teocote		47.47%	
28	Valerio (2009)	Araucaria angustifolia		49.20%	Plantaciones forestales en Paraná, Brasil, sierra cinta
29	Aldás (2014)	Pinus radiata		45.00%	Sierra cinta, plantaciones en Ecuador
30	Aldás (2014)	Pinus radiata		35.00%	Sierra circular
31	Guerra (2016)	Pinus oocarpa		54.31%	Trozas provenientes de bosque natural, sierra cinta
32	Guerra (2016)	Pinus oocarpa		53.33%	Trozas provenientes de sistemas silvopastoriles en Honduras
33	Cevallos et al. (2017)	Pinus radiata	Parihuelas	34.94%	Troza a bloque, sierra cinta. Ecuador
34	Cevallos et al. (2017)	Pinus radiata	Parihuelas	43.29%	Bloque a tabla
35	Cevallos et al. (2017)	Pinus radiata	Parihuelas	15.08%	Troza a tabla
36	Huarcaya (2011)	Myroxylon balsamun		22.75%	Bosque natural en la zona de Iñapari-Madre de Dios, empleando sierra principal de cinta.
37	Huarcaya (2011)	Dipteryx micrantha		37.12%	
38	Wong (2014)	Dipteryx micrantha (shihuahuaco) y	Decking (pisos, revestimiento)	42.77%	Bosque natural, sierra cinta
39	Ramírez (2019)	Copaifera reticulata		42.20%	
40	Ramírez (2019)	Ceiba pentandra	Piezas desde 1" a 4"	45.40%	Bosque natural, trozas provenientes de concesiones forestales en la provincia de Tahuamanu en Madre de Dios, empleando sierra cinta
41	Gonzales (2018) determinó	Huimba negra (Ceiba samauma)	Piezas de espesores variables	51.27%	Bosque natural, trozas de primera calidad, Ucayali, aserrando con sierra cinta y obteniendo
42	Ccahuana (2007)	Caoba (Swietenia macrophylla)		39.62%	Bosque natural, aserrío en Tahuamanu-Madre de Dios empleando sierra cinta.
43	Canchanya (2011)	Leche caspi (Brosimum utile)	Piezas diversas	63.10%	Bosque natural, trozas provenientes del bosque en la zona de Villa Rica, Oxapampa-Perú
44	Yepes & Linares (2007)	Tomillo (Cedrelinga cateniformis) en Loreto		30.00%	Raleo, sierra cinta, para trozas cuyos diámetros promedios fueron de 20-60cm, plantación forestal de 30 años
45	Bermúdez et al. (2006)	Gmelina arborea		63.40%	Aserrío de trozas de diámetros menores (16-24cm) provenientes de una plantación forestal en Costa Rica, sierra cinta.
46	Quirós et al. (2005)	Gmelina arborea,		39.00%	Trozas del primer raleo comercial de 6 y 8 años en Costa Rica, utilizando sierra cinta en el proceso de aserrío
47	Quirós et al. (2005)	Acacina mangium		30.00%	
48	Quirós et al. (2005)	Terminalia ivorensis		27.00%	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



**INFORME**
**ANEXO 2: CONSUMO DE LISTONES DE MADERA PARA FABRICACION DE EMBALAJES EN TAMA 2020-2023**

Clase	Factor (m3 x Und)	CodItem	DescItemOC	Und				m3			
				2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
MADERA	0.00590	120050100012	MADERA ROBLE 1" X 3" X 10'	9.00				0.05	-	-	-
MADERA	0.00787	120050100013	MADERA ROBLE 1" X 4" X 10	533.00	191.00	103.00	17.00	4.19	1.50	0.81	0.13
MADERA	0.01180	120050100014	MADERA ROBLE 1" X 6" X 10'	627.00	955.00	728.00	784.00	7.40	11.27	8.59	9.25
MADERA	0.00787	120050100015	MADERA ROBLE 2" X 2" X 10			12.00		-	-	0.09	-
MADERA	0.01180	120050100016	MADERA ROBLE 2" X 3" X 10		2.00			-	0.02	-	-
MADERA	0.01574	120050100017	MADERA ROBLE 2" X 4" X 10'	172.00	44.00	20.00		2.71	0.69	0.31	-
MADERA	0.02360	120050100019	MADERA ROBLE 3" X 4" X 10'	350.00	357.00	328.00	517.00	8.26	8.42	7.74	12.20
MADERA	0.03146	120050100020	MADERA ROBLE 4" X 4" X 10	37.00	4.00			1.16	0.13	-	-
TRIPLAY	0.01888	120050100023	TRIPLAY 4' X 8' X 6MM	76.00	27.00	14.00	19.00	1.43	0.51	0.26	0.36
TRIPLAY	0.02832	120050100024	TRIPLAY 4 X 8 X 10 MM	39.00	30.00	36.00	39.00	1.10	0.85	1.02	1.10
MADERA	0.03068	120050100029	MADERA ROBLE 3" X 4" X 13'				3.00	-	-	-	0.09
MADERA	0.02360	120050100030	MADERA ROBLE 2" X 6" X 10'	137.00	77.00			3.23	1.82	-	-
MADERA	0.00787	120050100031	MADERA ROBLE 1" X 4" X 10' C/TRATAMIENTO TERMICO	9.00				0.07	-	-	-
TRIPLAY	0.02832	120050100032	TRIPLAY 4' X 8' X 4MM				8.00	-	-	-	0.23
MADERA	0.02360	120050100033	LISTON DE MADERA DE 3" X 4" X 10' C/ TRATAMIENTO TERMICO	1.00				0.02	-	-	-
MADERA	0.00619	120050100034	LISTON DE MADERA DE 2" X 4" X 1200MM C/TRATAMIENTO TERMICO	6.00				0.04	-	-	-
MADERA	0.00774	120050100035	LISTON DE MADERA DE 3" X 4" X 1000MM C/TRATAMIENTO TERMICO	1.00				0.01	-	-	-
MADERA	0.01534	120050100036	MADERA CACHIMBO 1" X 6" X 13'	30.00				0.46	-	-	-
MADERA	0.04090	120050100037	MADERA CACHIMBO 4" X 4" X 13'	12.00				0.49	-	-	-
MADERA	0.03068	120050100038	MADERA CACHIMBO 2" X 6" X 13'	8.00				0.25	-	-	-
MADERA	0.01652	120050100044	MADERA CACHIMBO 1" X 6" X 14'	30.00				0.50	-	-	-
MADERA	0.04406	120050100045	MADERA CACHIMBO 4" X 4" X 14'	12.00				0.53	-	-	-
MADERA	0.03304	120050100046	MADERA CACHIMBO 2" X 6" X 14'	8.00				0.26	-	-	-
MADERA	0.03097	120050100049	MADERA ROBLE 4" X 5" X 2400mm		30.00			-	0.93	-	-
MADERA	0.05899	120050100050	MADERA ROBLE 5" X 6" X 10'		6.00			-	0.35	-	-
MADERA	0.03934	120050100051	MADERA ROBLE 4" X 5" X 10		20.00	19.00	4.00	-	0.79	0.75	0.16
MADERA	0.02832	120050100052	MADERA CACHIMBO 3" X 4" X 12		6.00			-	0.17	-	-
MADERA	0.01416	120050100053	MADERA CACHIMBO 1" X 6" X 12		22.00			-	0.31	-	-

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**INFORME**

Clase	Factor (m3 x Und)	CodItem	DescItemOC	Und				m3			
				2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
MADERA	0.01416	120050100054	MADERA ROBLE 1" X 6" X 12'			74.00	240.00	-	-	1.05	3.40
MADERA	0.02832	120050100055	MADERA ROBLE 3" X 4" X 12'			10.00	12.00	-	-	0.28	0.34
MADERA	0.00394	120050100056	MADERA ROBLE 1" X 2" X 10'			10.00		-	-	0.04	-
MADERA	0.04719	120050100057	MADERA ROBLE 4" X 5" X 12'			12.00		-	-	0.57	-
MADERA	0.01534	120050100058	MADERA ROBLE 1" X 6" X 13'			25.00	107.00	-	-	0.38	1.64
MADERA	0.05114	120050100059	MADERA ROBLE 4" X 5" X 13'			6.00	4.00	-	-	0.31	0.20
MADERA	0.03068	120050100060	MADERA PANGUANA 3" X 4" X 13'				4.00	-	-	-	0.12
MADERA	0.04719	120050100061	MADERA CAMUNGO 4" X 5" X 12'				6.00	-	-	-	0.28
MADERA	0.01416	120050100062	MADERA CAMUNGO 1" X 6" X 12'				28.00	-	-	-	0.40
MADERA	0.02360	120050100063	MADERA ALMENDRO 3" X 4" X 10'				12.00	-	-	-	0.28
MADERA	0.01180	120050100064	MADERA ALMENDRO 1" X 6" X 10'				12.00	-	-	-	0.14
MADERA	0.05114	120050100065	MADERA ALMENDRO 4" X 5" X 13'				12.00	-	-	-	0.61
MADERA	0.01534	120050100066	MADERA ALMENDRO 1" X 6" X 13'				150.00	-	-	-	2.30
MADERA	0.01180	120050100067	MADERA ALMENDRO 1" X 6" X 10'				48.00	-	-	-	0.57
MADERA	0.01534	120050100068	MADERA CUMALA 1" X 6" X 13'				8.00	-	-	-	0.12
MADERA	0.00944	120050100069	MADERA ROBLE 1" X 6" X 8'				16.00	-	-	-	0.15
MADERA	0.05506	120050100070	MADERA ROBLE 4" X 5" X 14'				8.00	-	-	-	0.44
MADERA	0.01888	120050100071	MADERA ROBLE 1" X 6" X 16'				24.00	-	-	-	0.45
OSB	0.05271	120050100072	MADERA TRATADA OSB x 18mm x 1210mm x 2420mm				8.00	-	-	-	0.42
OSB	0.02570	120050100073	MADERA TRATADA OSB x 18mm x 1180mm x 1210mm				8.00	-	-	-	0.21
OSB	0.01050	120050100074	MADERA TRATADA OSB x 18mm x 241mm x 2420mm				4.00	-	-	-	0.04
OSB	0.00512	120050100075	MADERA TRATADA OSB x 18mm x 241mm x 1180mm				4.00	-	-	-	0.02
OSB	0.04392	120050100076	MADERA TRATADA OSB x 15mm x 1210mm x 2420mm				2.00	-	-	-	0.09
OSB	0.02142	120050100077	MADERA TRATADA OSB x 15mm x 1180mm x 1210mm				2.00	-	-	-	0.04
OSB	0.02089	120050100078	MADERA TRATADA OSB x 15mm x 1180mm x 1180mm				1.00	-	-	-	0.02
OSB	0.04283	120050100079	MADERA TRATADA OSB x 15mm x 1180mm x 2420mm				1.00	-	-	-	0.04
MADERA	0.01888	120050100081	MADERA ROBLE 3" X 4" X 8'				4.00	-	-	-	0.08
		<b>Total general</b>		<b>2097.00</b>	<b>1771.00</b>	<b>1397.00</b>	<b>2116.00</b>	<b>32.17</b>	<b>27.76</b>	<b>22.21</b>	<b>35.94</b>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**INFORME**

**ANEXO 3: SERVICIOS DE EMBALAJE 2020-2023**

CodItem	DescItemOC	udMcompra	2020	2021	2022	2023
130601000001	EMBALAJE-NACIONAL-Caja de Madera	UND	865.70			
	SVT EMBALAJE-NACIONAL-Caja de Madera (T028588: ITEM 1), Inc. Traslado	UND		2,980.00		
130602000001	EMBALAJE-NACIONAL-Servicio de embalaje	UND	300.00			
130612000001	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 0.62MX0.80M X0.4M capacidad para soportar 80 kgs	UND	270.00			
	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 0.62MX0.80MX0.61M capacidad para soportar 150 kgs	UND	160.00			
	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 0.7MX1M X0.6 M capacidad para soportar 100 kgs	UND	180.00			
	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1.1m(Ancho) x 2.1m(Largo) x 0.4 m(Alto) capacidad 70 kgs	UND	378.00			
	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1.1m(Ancho) x 3.9m(Largo) x 0.4 m(Alto) capacidad 128 kgs	UND	2,052.00			
	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1.1m(Ancho) x 4.1m(Largo) x 0.4 m(Alto) capacidad 140 kgs	UND	2,520.00			
	CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1m x 1.2mx 0.6 m INLET SPOOL+REPAD Y 4 CARTELAS	UND	225.00			
	FABRICACIÓN DE CAJA DE EXPORTACIÓN 610X592X239 T030511 ITEM: 1	UND				315.00
	FABRICACIÓN DE PALLETS PARA EXPORTACIÓN DE 1.0M X 1.0M C/ TRATAMIENTO TÉRMICO	UND				679.00
	FABRICACIÓN DE PALLETS PARA EXPORTACIÓN DE 1.2M X 1.2M C/ TRATAMIENTO TÉRMICO	UND				2,352.00
	FABRICACIÓN DE PALLETS PARA EXPORTACIÓN DE 1.5M X 1.5M C/ TRATAMIENTO TÉRMICO	UND				495.00
	SERV. DE EMBALAJE DE EXPORTACIÓN PARA CHUTE DE FINOS EMB_001	UND				16,965.00
	SERV. DE EMBALAJE EN CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - CAJA 760mm x 1361mm x 1576mm S/P ITEM: 1	UND				2,764.50
	SERV. DE EMBALAJE EN CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - CAJA 818mm x 1361mm x 1416mm S/P ITEM: 2@6	UND				1,401.65
	SERV. DE EMBALAJE EN CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - CAJA 932mm x 1361mm x 1416mm S/P ITEM: 2@6	UND				1,421.05
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACIÓN - CAJA DE MADERA (1556 x 2359 x 618) T029327-0 ITEM: 1	UND			2,313.91	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA ) T029129-0 ITEM: 1	UND			7,574.50	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA ) T029129-0 ITEM: 2	UND			9,124.50	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA TIPO1 ) T028911-1 ITEM: 1	UND			16,403.33	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA TIPO2 ) T028911-1 ITEM: 2	UND			16,403.33	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA) - 1500x800x300 T029314 ITEM: 1	UND			924.07	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERATIPO 3 ) T028911-1 ITEM: 3	UND			12,713.33	
	SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACIÓN (CAJA DE MADERA CERRADA S/P T029199)	UND			2,090.00	
	SERV. DE EMBALAJE Y FABRICACIÓN DE CAJA DE EXPORTACIÓN 150 x 370 x 370 T030816 ITEM: 1	UND				345.00
	SERV. DE FAB. DE CAJA PARA EMBALAJE DE EXPORTACIÓN 750 x 1140 x 5000 - VAPOR DOME - T031482 ITEM: 1	UND				3,140.00
	SERV. DE FABRICACIÓN CAJA PARA EXPORTACIÓN 1984mm x 1340mm x 1621mm - FEED SPOUT S/P T031962-1	UND				2,409.15
	SERV. DE FABRICACIÓN CAJA PARA EXPORTACIÓN 720mm x 770mm x 580mm S/P T031938-0 ITEM: 1	UND				505.00
	Serv. modificación caja de exportación	UND		990.00		
	SVT - SERV. DE FABRICACIÓN DE CAJA PARA EXPORTACIÓN 1.25mX1.25mX3.350m T025839-0 ITEM: 1	UND				3,220.00
	SVT EMBALAJE-EXPORTACION-CAJA DE MADERA 1MX1MX 1.6M	UND	2,161.20			
<b>Total general</b>			<b>9,111.90</b>	<b>3,970.00</b>	<b>67,546.97</b>	<b>36,012.35</b>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**INFORME**

**ANEXO 4: CUBICACIÓN DE SERVICIOS DE EMBALAJE 2020-2023**

DescItemOC	Dimens embalaje			Cant	Vol Embalado (Lxaxh;m³)	UDM	OT	2020		2021		2022		2023	
	L (mm)	a (mm)	h (mm)					Monto USD	Ratio USD/Vol embalado	Monto USD5	Ratio USD/Vol madera	Monto USD8	Ratio USD/Vol madera	Monto USD5	Ratio USD/Vol madera
SVT EMBALAJE-EXPORTACION-CAJA DE MADERA 1MX1MX 1.6M	1,000	1,000	1,600	2	1.60	UND	OTS-003159/Serv. de mecanizado	2161.2	1,350.75						
EMBALAJE-NACIONAL-Caja de Madera				3	-	UND	OTC-002997/Divisor rotatorio	865.7							
EMBALAJE-NACIONAL-Servicio de embalaje				1	-	UND	OTC-002997/Divisor rotatorio	300							
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1.1m(Ancho) x 2.1m(Largo) x 0.4 m(Alto) capacidad 70 kgs	1,100	2,100	400	1	0.92	UND	OTC-003071 7 / DUCTO DE SUCCION 405-6-294	378	409.09						
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1.1m(Ancho) x 3.9m(Largo) x 0.4 m(Alto) capacidad 128 kgs	1,100	3,900	400	4	1.72	UND	OTC-003071 7 / DUCTO DE SUCCION 405-6-294	2052	1,195.80						
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1.1m(Ancho) x 4.1m(Largo) x 0.4 m(Alto) capacidad 140 kgs	1,100	4,100	400	4	1.80	UND	OTC-003071 7 / DUCTO DE SUCCION 405-6-294	2520	1,396.90						
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 1m x 1.2mx 0.6 m INLET SPOOL+REPAD Y 4 CARTELAS	1,000	1,200	600	1	0.72	UND	OTC-003090 / Inlet spool, repads & gusset	225	312.50						
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 0.62MX0.80M X0.4M capacidad para soportar 80 kgs	620	800	400	2	0.20	UND	OTC-003098 / Sectores de disco	270	1,360.89						
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 0.62MX0.80MX0.61M capacidad para soportar 150 kgs	620	800	610	1	0.30	UND	OTC-003098 / Sectores de disco	160	528.82						
CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - 0.7MX1M X0.6 M capacidad para soportar 100 kgs	700	1,000	600	1	0.42	UND	OTC-003098 / Sectores de disco	180	428.57						
Serv. modificación caja de exportación				1	-	UND	OTC-003292/Discharge end Trunnion liner 41"x69.8"			990					
SVT EMBALAJE-NACIONAL-Caja de Madera (T028588: ITEM 1), Inc. Traslado				1	-	UND	OTC-003554/Sandwheel 72x16 Trunnion			2980					
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA TIPO1 ) T028911-1 ITEM: 1				3	-	UND	OTC-003582/Gear guards & parts					16,403			
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA TIPO2 ) T028911-1 ITEM: 2				3	-	UND	OTC-003582/Gear guards & parts					16,403			
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA TIPO3 ) T028911-1 ITEM: 3				3	-	UND	OTC-003582/Gear guards & parts					12,713			
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA ) T029129-0 ITEM: 1				1	-	UND	OTC-003594/Gear Guards					7,575			
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA ) T029129-0 ITEM: 2				1	-	UND	OTC-003594/Gear Guards					9,125			
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA DE MADERA CERRADA S/P T029199)				1	-	UND	OTC-003602/Manual Lift					2,090			
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACION (CAJA CERRADA DE MADERA) - 1500x800x300 T029314 ITEM: 1	1,500	800	300	1	0.36	UND	OTC-003664/Clamp ring					924	2,567		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



# SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

**T-GI-F-21**

Fecha 02/03/2020

Versión 01

Página 23 de 23

## INFORME

DescItemOC	Dimens embalaje			Cant	Vol Embalado (Lxaxh;m³)	UDM	OT	2020		2021		2022		2023	
	L (mm)	a (mm)	h (mm)					Monto USD	Ratio USD/Vol embalado	Monto USD5	Ratio USD/Vol madera	Monto USD8	Ratio USD/Vol madera	Monto USD5	Ratio USD/Vol madera
SERV. DE EMBALAJE PARA EXPORTACIÓN - CAJA DE MADERA (1556 x 2359 x 618) T029327-0 ITEM: 1	1,556	2,359	618	1	2.27	UND	OTC-003665/Splash ring					2,314	1,020		
SERV. DE EMBALAJE DE EXPORTACIÓN PARA CHUTE DE FINOS EMB_001				-	-	UND	OTC-003879/Chute de Finos							16,965	
SERV. DE EMBALAJE Y FABRICACIÓN DE CAJA DE EXPORTACIÓN 150 x 370 x 370 T030816 ITEM: 1	150	370	370	1	0.02	UND	OTC-003883/Plate, Seal, Lower							345	16,801
FABRICACIÓN DE CAJA DE EXPORTACIÓN 610X592X239 T030511 ITEM: 1	610	592	239	1	0.09	UND	OTC-003901/Liner 500HB							315	3,650
SERV. DE EMBALAJE EN CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - CAJA 760mm x 1361mm x 1576mm S/P ITEM: 1	760	1,361	1,576	2	1.63	UND	OTC-003955/Liners 450-500 HB							2,765	1,696
SERV. DE EMBALAJE EN CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - CAJA 818mm x 1361mm x 1416mm S/P ITEM: 2@6	818	1,361	1,416	1	1.58	UND	OTC-003955/Liners 450-500 HB							1,402	889
SERV. DE EMBALAJE EN CAJA DE MADERA PARA EXPORTACIÓN - CAJA 932mm x 1361mm x 1416mm S/P ITEM: 2@6	932	1,361	1,416	1	1.80	UND	OTC-003955/Liners 450-500 HB							1,421	791
SERV. DE FAB. DE CAJA PARA EMBALAJE DE EXPORTACIÓN 750 x 1140 x 5000 - VAPOR DOME - T031482 ITEM: 1	750	1,140	5,000	1	4.28	UND	OTC-003973/Vapor Dome Weldment							3,140	735
SVT - SERV. DE FABRICACIÓN DE CAJA PARA EXPORTACIÓN 1.25mX1.25mX3.350m T025839-0 ITEM: 1				1	-	UND	OTC-004045/Mecanismo de Flotación DR500							3,220	
SERV. DE FABRICACIÓN CAJA PARA EXPORTACIÓN 720mm x 770mm x 580mm S/P T031938-0 ITEM: 1	720	770	580	1	0.32	UND	OTC-004054/Repuestos de Zaranda y Liners							505	1,571
SERV. DE FABRICACIÓN CAJA PARA EXPORTACIÓN 1984mm x 1340mm x 1621mm - FEED SPOUT S/P T031962-1	1,984	1,340	1,621	1	4.31	UND	OTC-004060/Feed Spout							2,409	559
FABRICACIÓN DE PALLETS PARA EXPORTACIÓN DE 1.0M X 1.0M C/ TRATAMIENTO TÉRMICO						UND	OTC-003989 Silenciadores y Soportes								679
FABRICACIÓN DE PALLETS PARA EXPORTACIÓN DE 1.2M X 1.2M C/ TRATAMIENTO TÉRMICO						UND	OTC-003989 Silenciadores y Soportes								2,352
FABRICACIÓN DE PALLETS PARA EXPORTACIÓN DE 1.5M X 1.5M C/ TRATAMIENTO TÉRMICO						UND	OTC-003989 Silenciadores y Soportes								495
<b>Total</b>					<b>24.33</b>			<b>9,111.90</b>	<b>6,983.32</b>	<b>3,970.00</b>		<b>67,546.98</b>	<b>1,793.45</b>	<b>36,012.35</b>	<b>1,229.82</b>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**Anexo N°4 T-GI-F-21**  
**Tipos de embalaje: 10 casos**

TAMA INGENIEROS S.A.C.



<b>PARA</b>	:	GERENTE COMERCIAL
<b>TEMA</b>	:	CASOS TÍPICOS DE EMBALAJE
<b>FECHA</b>	:	01-12-23
<b>REALIZADO POR</b>	:	E.C.C.

Según lo explicado, se tiene 10 casos según fig 1 adjunta, pero solo se requiere embalaje metálico para 08 casos, a los cuales se les debe generar su código.

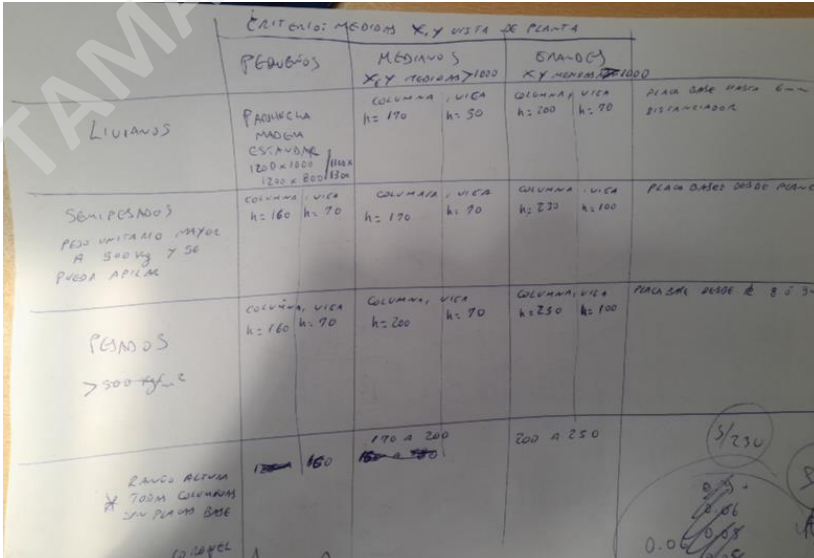
- La nomenclatura para los diversos embalajes, puede ser según los siguientes códigos:
- E1 Se usa parihuela de madera para piezas pequeñas y livianas
- E2 para piezas medianas y livianas
- E3 para piezas grandes y livianas
- E4 para piezas pequeñas y semipesadas
- E5 para piezas medianas y semipesadas
- E6 para piezas grandes y semipesadas
- E7 para piezas pequeñas y pesadas
- E8 para piezas medianas y pesadas
- E9 para piezas grandes y pesadas
- E10 para elementos que solo necesitan tacos de madera.

Se considera pieza mediana y pesada para un elemento visto desde planta, donde en cualquiera de sus ejes X o Y, tenga una medida mayor a 1000mm

Se considera una pieza semipesada, cuando el peso de la pieza pueda ser entre 300 a 500 kg/m<sup>2</sup>

Se considera una pieza pesada, cuando el peso de la pieza pueda ser entre 500 a 1200 kg/m<sup>2</sup>


Tener en cuenta que algunas piezas pueden ser medianas y livianas, pero se puede apilar unas encima de otras, generando una bulto semipesado o pesado.



CATEGORÍA	MEDIDAS X, Y VISTA DE PLANTA		MEDIDAS X, Y VISTA DE PLANTA		REQUISITOS
	PEQUEÑOS	MEDIANOS	GRANDES	GRANDES	
LIVIANOS	PARAHUELA MADERA ESPA-001 1200 x 1000 / MAX 1200 x 800 / 1300	COLUMNA, VIGA h=170 h=50	COLUMNA, VIGA h=200 h=70	COLUMNA, VIGA h=200 h=70	PLATA BASE PARA 6-8 DISTANCIADOR
SEMIPESADOS	PESO UNITARIO MAYOR A 300 kg y SE PUEDE APILAR	COLUMNA, VIGA h=160 h=70	COLUMNA, VIGA h=170 h=70	COLUMNA, VIGA h=200 h=100	PLATA BASE PARA 6-8 DISTANCIADOR
PESADOS	> 500 kg/m <sup>2</sup>	COLUMNA, VIGA h=160 h=70	COLUMNA, VIGA h=200 h=70	COLUMNA, VIGA h=250 h=100	PLATA BASE PARA 6-8 DISTANCIADOR
RAZÓN ACTIVA	1200 x 160	170 a 200	200 a 250	200 a 250	3/230

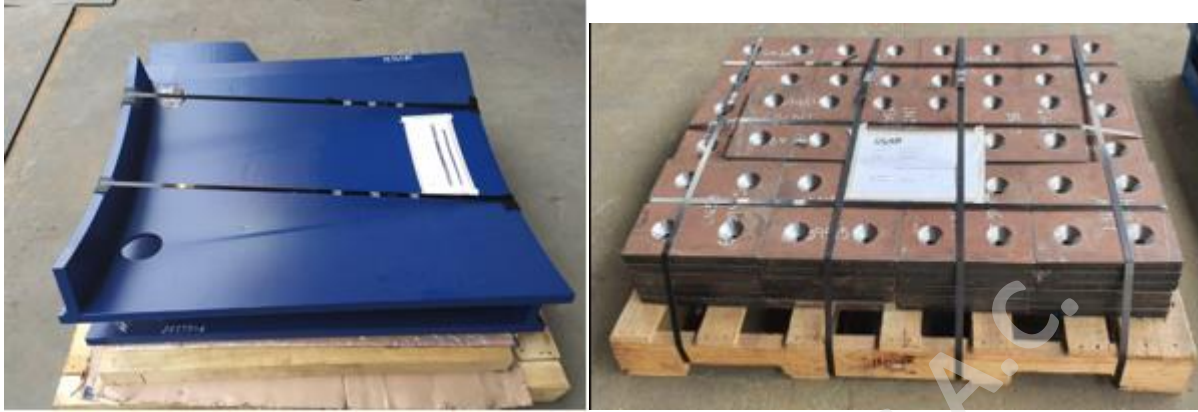
Fig.1

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	2 de 7

ALGUNOS EJEMPLOS DE TIPO DE PRODUCTOS:

**EMBALAJE TIPO E1 (parihuelas estándar, hasta un máximo de 1.2 ton):**




**EMBALAJE TIPO E2:**

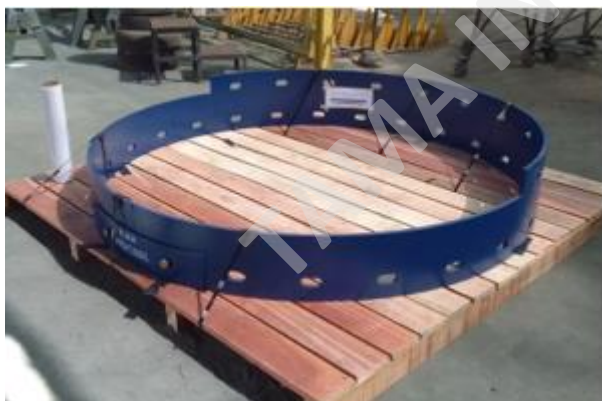
Ojo, en la estructura en azul, según procedimiento T-AB-PT-05 es incorrecto, ya que siempre el embalaje debe superar en 50mm la pieza. Salvo que se tenga un acuerdo con el cliente para piezas tipo estructuras, donde si es aceptable solo el uso de tacos.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General


	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	3 de 7

**EMBALAJE TIPO E3:**



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	4 de 7


**EMBALAJE TIPO E4:**



**EMBALAJE TIPO E5:**




Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	5 de 7

**EMBALAJE TIPO E6:**



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	6 de 7

**EMBALAJE TIPO E7:**




**EMBALAJE TIPO E8:**



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General



	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	<b>T-GI-F-21</b>	
	<b>INFORME</b>	Fecha	02/03/2020
		Versión	01
		Página	7 de 7

**EMBALAJE TIPO E9:**



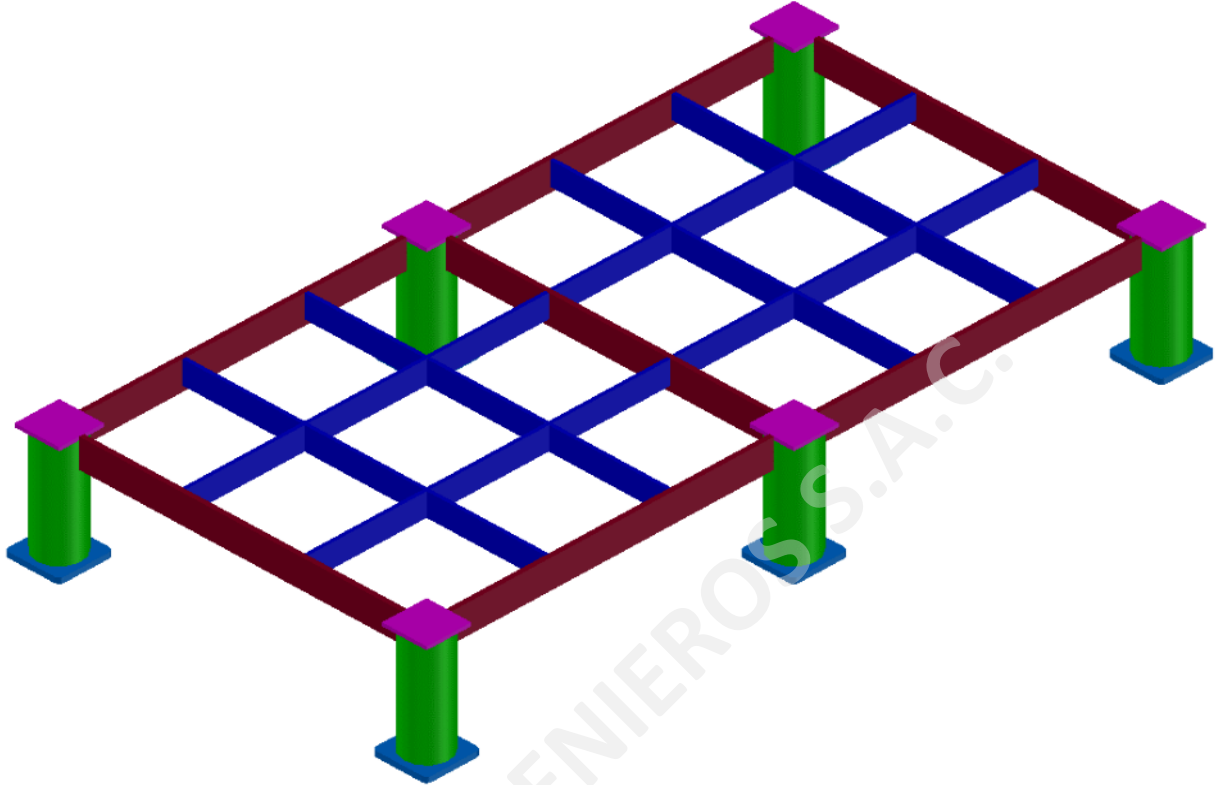
**EMBALAJE TIPO E10 (previo acuerdo con el cliente):**



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Representante del Órgano de Control y Auditoría	Representante del Órgano de Control y Auditoría	Gerente General

**Anexo N°5**  
**Memoria de Cálculo Parihuela (Rev. C)**

TAMA INGENIEROS S.A.C.



**PARIHUELAS METÁLICAS**  
**ELEMENTOS FINITOS**  
**CLIENTE: TAMA INGENIEROS S.A.C.**  
**OC: INTERNA**

Aprobado por : J.M.		Fecha: 21/03/2024	Firma:	
Revisado por : J.M.		Fecha: 20/03/2024	Firma:	
Preparado por : O.C.		Fecha: 20/03/2024	Firma:	
C	Emitido para aprobación	J.M.	20/03/2024	
B	Emitido para aprobación	J.M.	20/03/2024	
A	Emitido para revisión interna	J.M.	20/03/2024	
<b>Nº</b>	<b>Revisiones</b>	<b>Por</b>	<b>Fecha</b>	
CALCULO No. MC-T-CT-003-24		REVISION No. C	FECHA. 20/03/2024	

## ÍNDICE

1.-	General	3
	1.1 Objetivo	
	1.2 Códigos y estandares	
	1.3 Referencias	
	1.4 Consideraciones para el diseño	
	1.5 Materiales	
	1.6 Criterio de diseño por metodo de elementos finitos	
2.-	Diseño por método de elementos finitos	5
3.-	Diseño por método de elementos finitos (Parihuela E1)	6
	3.1 Simulación de la parihuela metálica	
4.-	Diseño por método de elementos finitos (Parihuela E2)	8
	4.1 Simulación de la parihuela metálica	
5	Conclusiones	10
6	Recomendaciones	10
7	Anexos	10

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

C

FECHA.

20/03/2024

**1.- DESCRIPCION GENERAL**

**1.1 OBJETIVO.**

- Diseñar y calcular las parihuelas metálicas para la validacion de los elementos estructurales y optimizacion de material (el comportamiento estructural de la parihuela metálica) , brindando seguridad para sus condiciones operativas. Calculado mediante elementos finitos FEA.
- El programa Solidworks 2022 fue utilizado para su validacion

**1.2 CODIGOS Y ESTANDARES.**

ASTM *American Society for Testing and Materials*

**1.3 REFERENCIAS.**

- \*) T-GI-F-21 Embalaje de metal actual
- \*) T-GI-F-21 Embalaje de metal
- \*) T-GI-F-21 Tipos de embalaje 10 casos
- \*) Zacchei\_Design of new modular metal pallets\_ Experimental validation and life cycle analysis

**1.4 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.**

Se tiene las siguientes consideraciones, tipos de Parihuelas:

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO (Material)
E1	Para piezas livianas y semipesadas.	(Parihuela de acero)
E2	Para piezas pesadas	(Parihuela de acero)

**1.5 MATERIALES.**

- Planchas de acero en material ASTM A36 / ASTM A572 Gr.50 / ASTM A709 Gr.50

	Yield Point (min.)		Tensile Strength (min.)	
	ksi	Mpa	ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A572 Gr.50	50	345	65	450
ASTM A709 Gr.50	50	345	65	450

Fig. 01: Propiedades de los materiales

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

C

FECHA.

20/03/2024

**1.6 CRITERIO DE DISEÑO POR METODO DE ELEMENTOS FINITOS**

- El análisis considera una modelación mediante el software de elementos finitos SolidWorks Simulation
- El criterio de aprobación del análisis estructural del Soporte del contratorque estará basado en la tensión de Von Mises.
- Existen cuatro teorías sobre la falla o ruptura. A) Von Mises B) Tresca C) Mohr y D) Máximo normal.
- Los resultados experimentales indican que, de todas estas teorías sobre la ruptura, en los materiales dúctiles la que da resultados más adaptados a la realidad es la teoría de distorsión máxima de **Von Mises (criterio de diseño)**

**Tensión de Von Mises**

La tensión de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

La tensión de Von Mises puede calcularse fácilmente a partir de las tensiones principales del tensor, tensión en un punto de un sólido deformable, mediante la expresión:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

Siendo  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ , las tensiones principales y habiéndose obtenido la expresión a partir de la energía de distorsión en función de las tensiones principales:

$$E_{def, dist} = \frac{1}{6G} \left[ \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]$$

La tensión de Von Mises y el criterio de fallo elástico asociado debe su nombre a Richard Edler von Mises (1913) propuso que un material dúctil sufría fallo elástico cuando la energía de distorsión elástica rebasaba cierto valor. Sin embargo, el criterio fue claramente formulado con anterioridad por Maxwell en 1865 más tarde también Huber (1904), en un artículo en polaco anticipó hasta cierto punto la teoría de fallo de Von Mises. Por todo esto a veces se llama a la teoría de fallo elástico basada en la tensión de Von Mises como teoría de Maxwell-Huber-Hencky-von Mises y también teoría de fallo.

**En consecuencia se prevé que ocurrirá la fluencia cuando:**

$$\sigma_{VM} \geq \sigma_{Fluencia\ acero} \dots\dots (Criterio\ de\ Diseño)$$

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

C

FECHA.

20/03/2024



**2.- Diseño por Metodo de Elementos Finitos**

**2.1 Calculo de aplicación de fuerzas en la parihuela metálica**

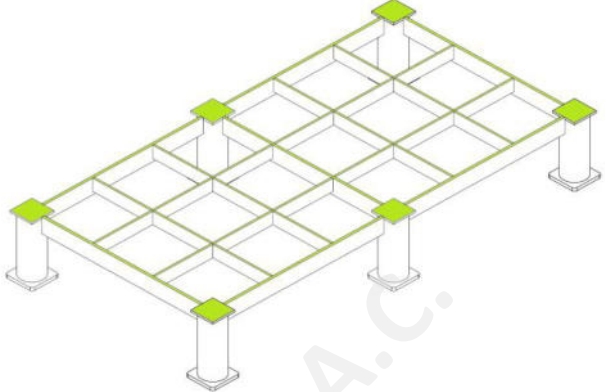
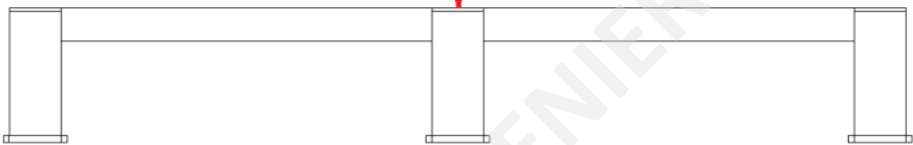
**Dimensiones :** Medidas generales y ubicación de cargas

La fuerza "F" se aplica depende del tipo de parihuela:

$W=mg$

**Datos:**

m = masa : ..... Kg  
g = gravedad : ..... m/s<sup>2</sup>

**Calculos :**

La fuerza "F" se aplica depende del tipo de parihuela, de acuerdo a la siguiente tabla:

PARIHUELAS METÁLICAS		CARGA MÁX.
LIVIANAS - SEMIPESADAS ≤ 500 Kg/m <sup>2</sup>	E1	500 Kg/m <sup>2</sup>
PESADAS (500-1200 Kg/m <sup>2</sup> )	E2	1200 Kg/m <sup>2</sup>

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

C

FECHA.

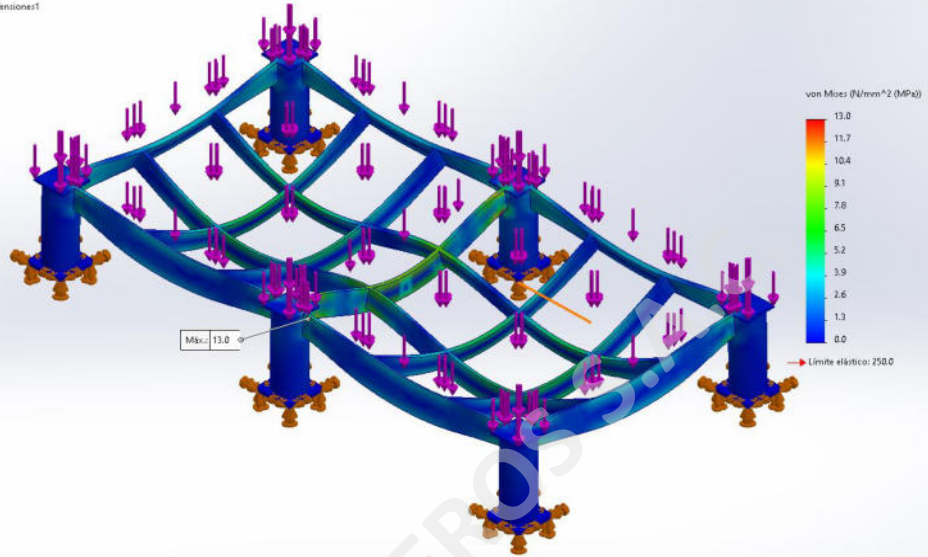
20/03/2024

### 3.- Diseño por Metodo de Elementos Finitos (Parihuela E1)

#### 3.1 Simulación de la parihuela metálica : Se considera la simulación en las condiciones mas críticas

#### Resultados : Tensiones de Von Mises

Nombre del modelo: Erisabaja de g|netL  
Nombre de estudio: 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
Escala de deformación: 1,986,89



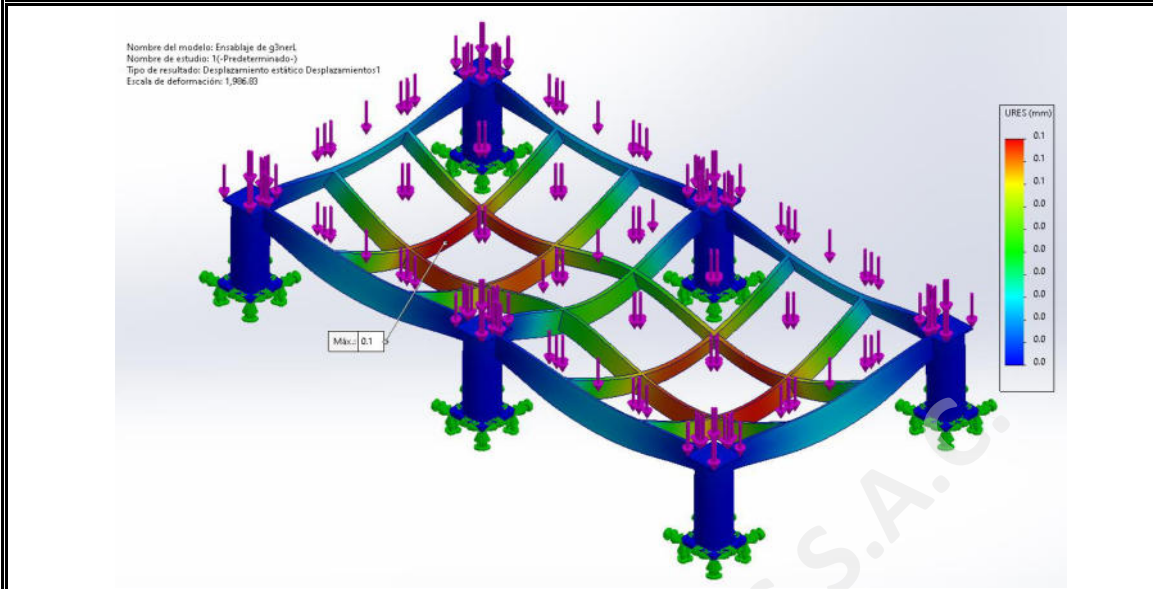
**¡IMPORTANTE!**

Se observa que se obtiene un Esfuerzo máx de 13 Mpa --->  
Estando por debajo del Esfuerzo máx de Fluencia (Límite elástico) del material ASTM A36 (250 Mpa)

- 1 (-Predeterminado-)
- Piezas
  - Conexiones
    - Interacciones entre componentes
    - Sujeciones
    - Fijo-1
    - Cargas externas
    - Fuerza-1 (:Por elemento: 5,000 N:)
    - Malla
    - Trazado de calidad de malla
    - Opciones de resultados
    - Tensiones1 (-vonMises-)**
        - Desplazamientos1 (-Despl res-)
        - Deformaciones unitarias1 (-Equivalen
        - Factor de seguridad1 (-FDS-)

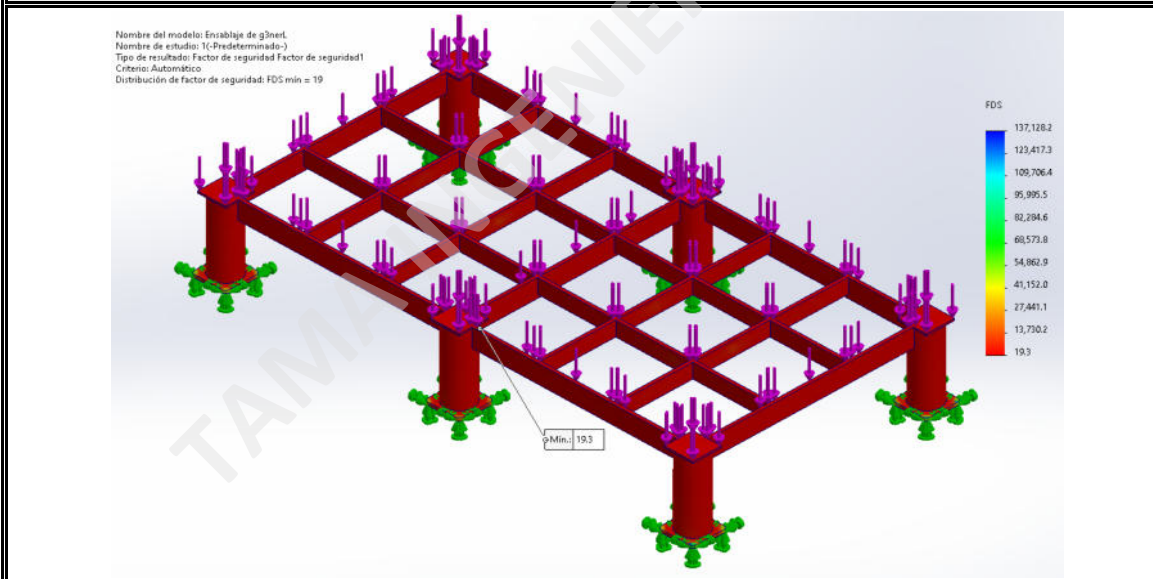
Tensión de Von Mises Max: **13** Mpa  
Tensión de Von Mises Min: 0.000 Mpa

**Resultados : Desplazamiento**



Desplazamiento Max:	0.100	mm
Desplazamiento Min:	0.000	mm

**Resultados : Factor de seguridad FDS**



**Se observa un factor de seguridad de 19.3**

Factor Seguridad Min:	19.3
-----------------------	------

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

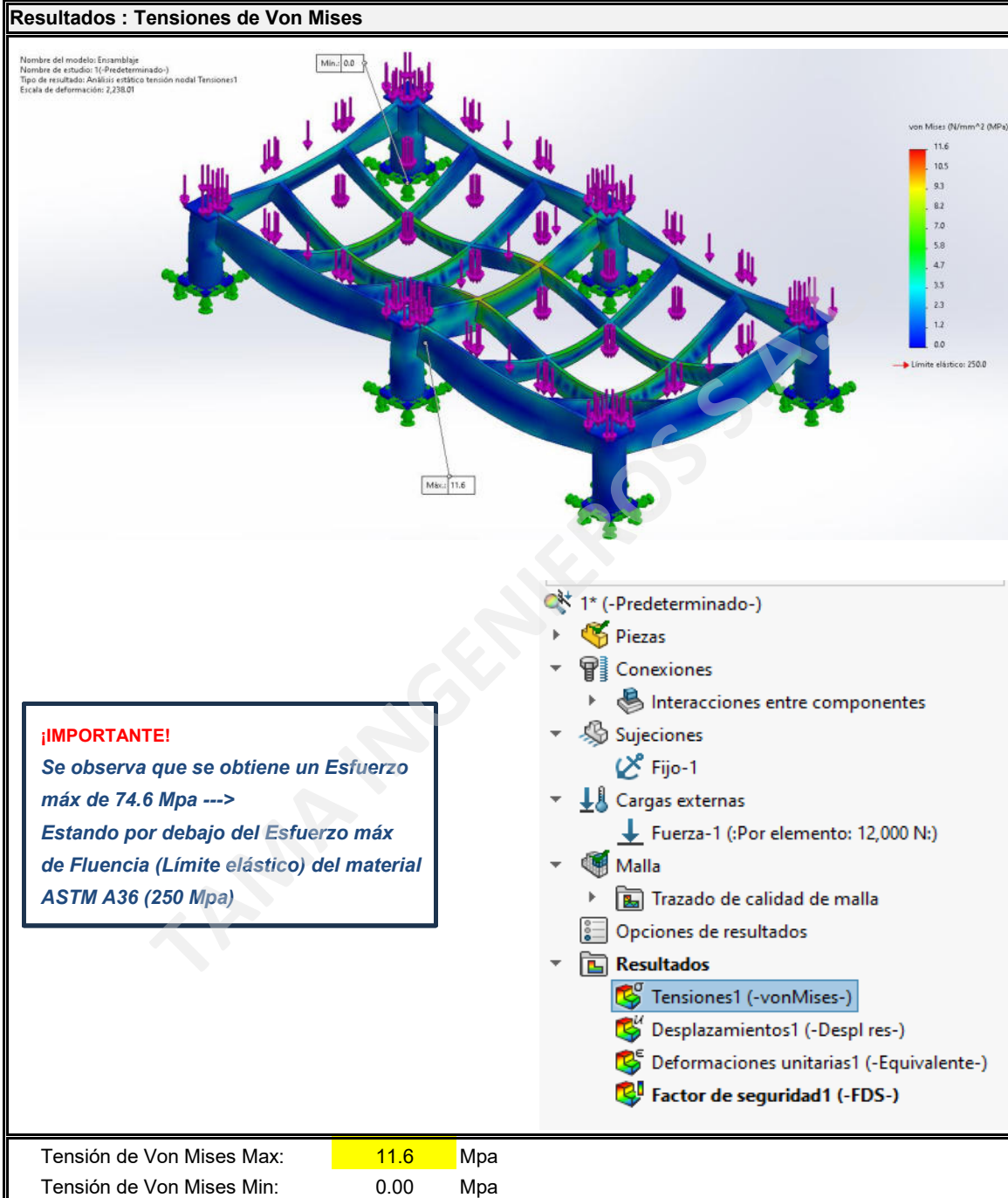
C

FECHA.

20/03/2024

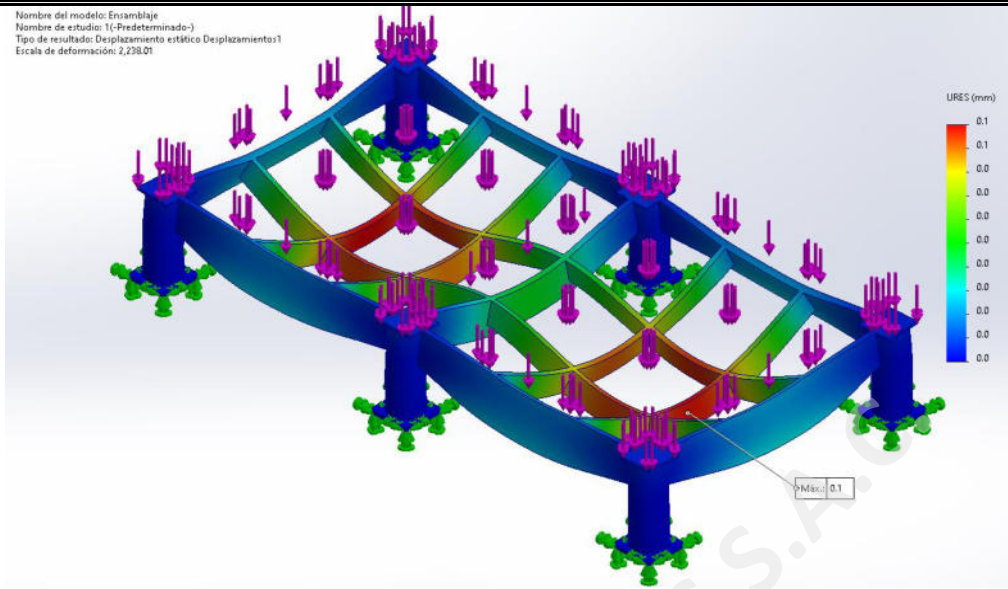
**4.- Diseño por Metodo de Elementos Finitos (Parihuela E2)**

**4.1 Simulación de la parihuela metálica :** Se considera la simulación en las condiciones mas críticas .



**Resultados : Desplazamiento**

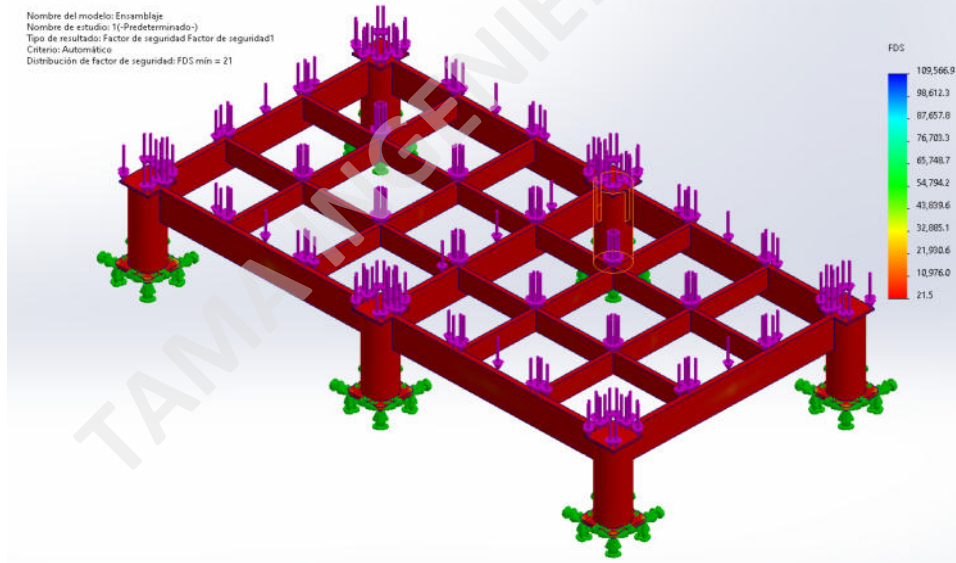
Nombre del modelo: Ensamblaje  
Nombre de estudio: 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 2,298.01



Desplazamiento Max: 0.100 mm  
Desplazamiento Min: 0.000 mm

**Resultados : Factor de seguridad FDS**

Nombre del modelo: Ensamblaje  
Nombre de estudio: 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 21



*Se observa un factor de seguridad de 21.5*

Factor Seguridad Min: 21.5

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

C

FECHA.

20/03/2024

### 5- Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el acápite anterior Simulación de Parihuela Metálica se tiene:

#### -Parihuela "E1"

- La tensión máxima de Von Mises calculado es de **13 Mpa**, siendo este valor menor a 250 Mpa para el material analizado ASTM A36.
- El factor de seguridad mínimo calculado es de **19.3** por lo cual se asegura que el esfuerzo de Von mises (Esfuerzo calculado) no supera el esfuerzo de fluencia del material.

#### -Parihuela "E2"

- La tensión máxima de Von Mises calculado es de **11.6 Mpa**, siendo este valor menor a 250 Mpa para el material analizado ASTM A36.
- El factor de seguridad mínimo calculado es de **21.5** por lo cual se asegura que el esfuerzo de Von mises (Esfuerzo calculado) no supera el esfuerzo de fluencia del material.

### 6.- Recomendaciones

Se recomienda pintar la parihuela para evitar la corrosión.

### 7.- Anexos

- \* Parihuela Metálica Liviana - Semipesada (E1) - PLANO: T0323526 R.0
- \* Parihuela Metálica Liviana - Pesada (E2) - PLANO: T0323527 R.0
- \* Placa de Identificación - PLANO: T032528 R.0

CALCULO No.

MC-T-CT-001-24

REVISION No.

C

FECHA.

20/03/2024



TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)										Medidas nominales (valores en mm.)									
más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 16000	más de 16000 hasta 20000	20000	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

ESTA ESTRUCTURA HA SIDO DISEÑADA Y FABRICADA POR TAMA INGENIEROS S.A.C. Calle 3, Mz. B, Lt. 1, Urbanización Bardsillo, Ate, Lima, Perú / Telf.: 715-1281 E-mail: tamasac@tama.pe / ventas@tamasac@tama.pe Página Web: www.tamaingenieros.pe Diseñado para manipulación con MONTACARGAS (NO IZAR)

TIEMPO DE VIDA ÚTIL ESPERADO DE 20 AÑOS PESO NETO: \_\_\_\_\_ Kg.

DIMENSIONES: \_\_\_\_\_ mm. SERIE Nº: OTIP- \_\_\_\_\_

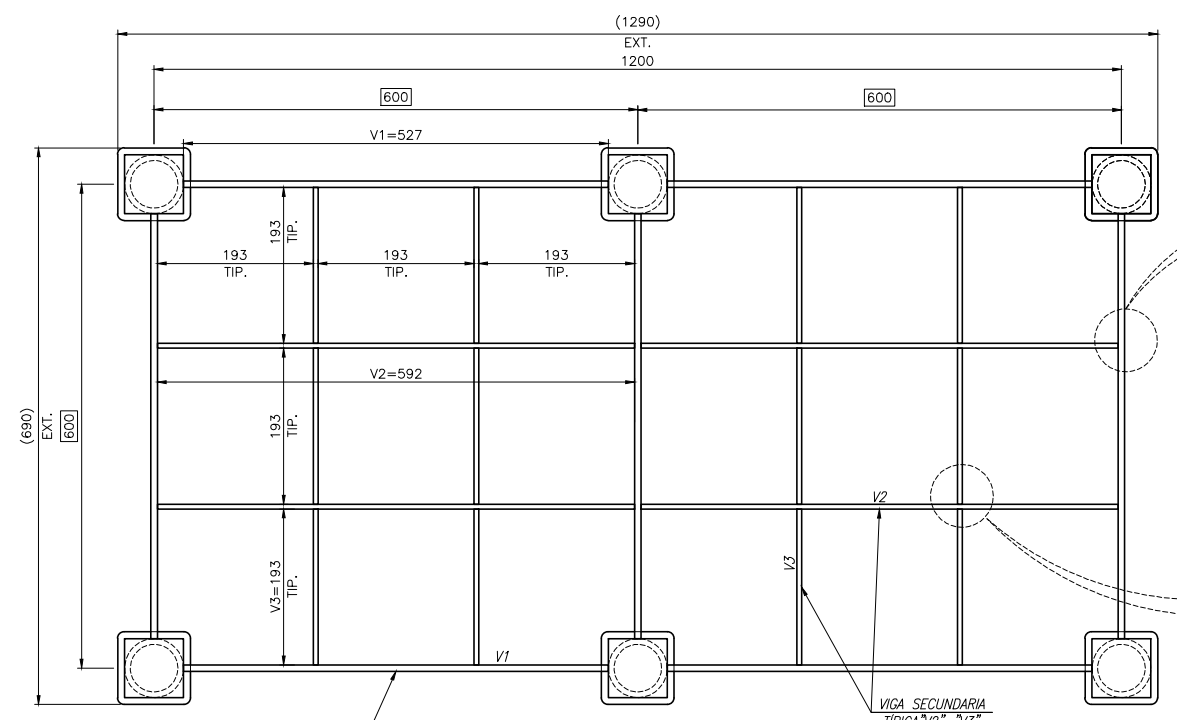
CARGA MÁX. 500 Kg/m<sup>2</sup> 1200 Kg/m<sup>2</sup> FECHA DE FABRICACIÓN: / /

REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
0	EMITIDO PARA SU FABRICACION	O.D.G.	E.S.M	20.02.24

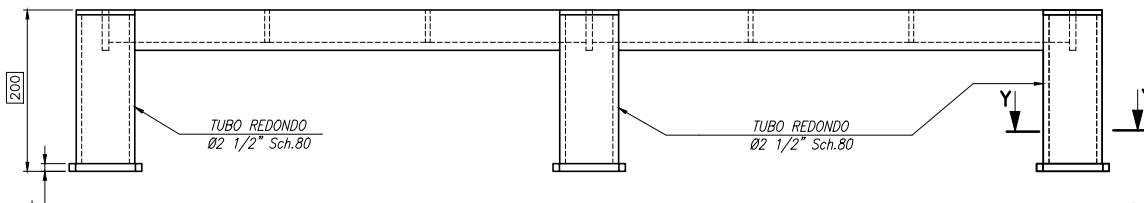
**INGENIERIA VALIDO PARA FABRICACION**

O.T.P.: 19

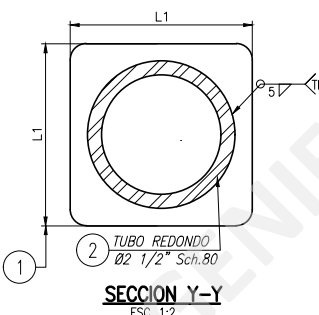
O.T.P.: 20



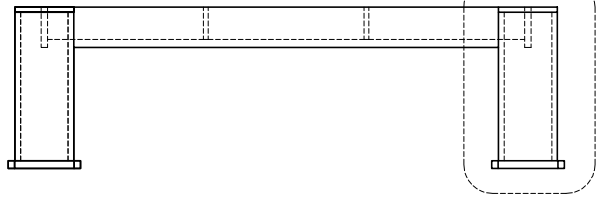
VISTA DE PLANTA ESC. 1:1



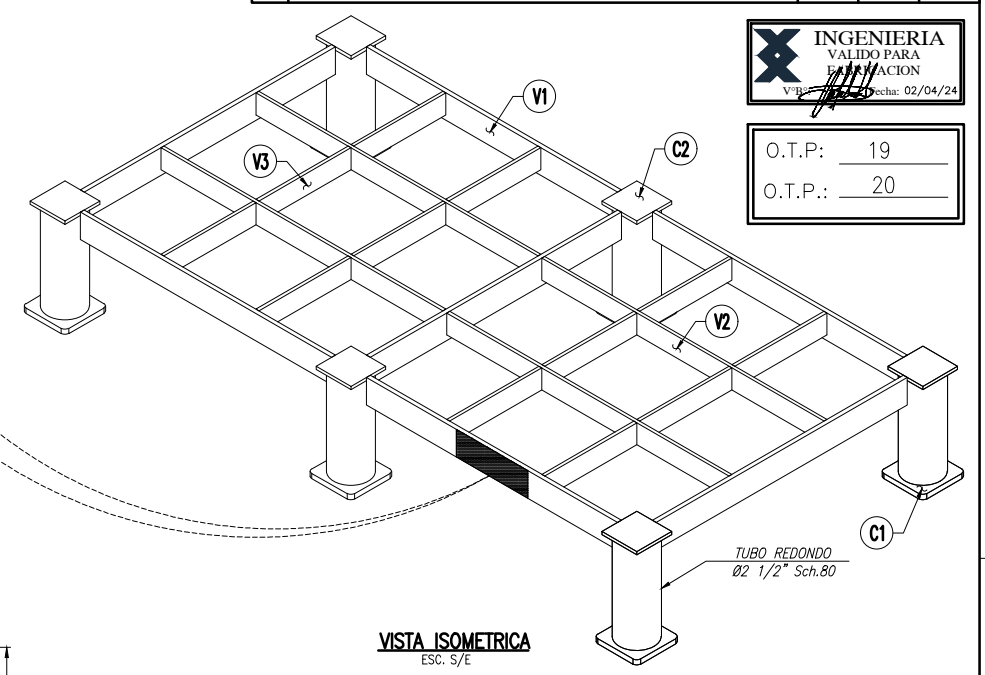
VISTA FRONTAL ESC. 1:1



SECCION Y-Y ESC. 1:2

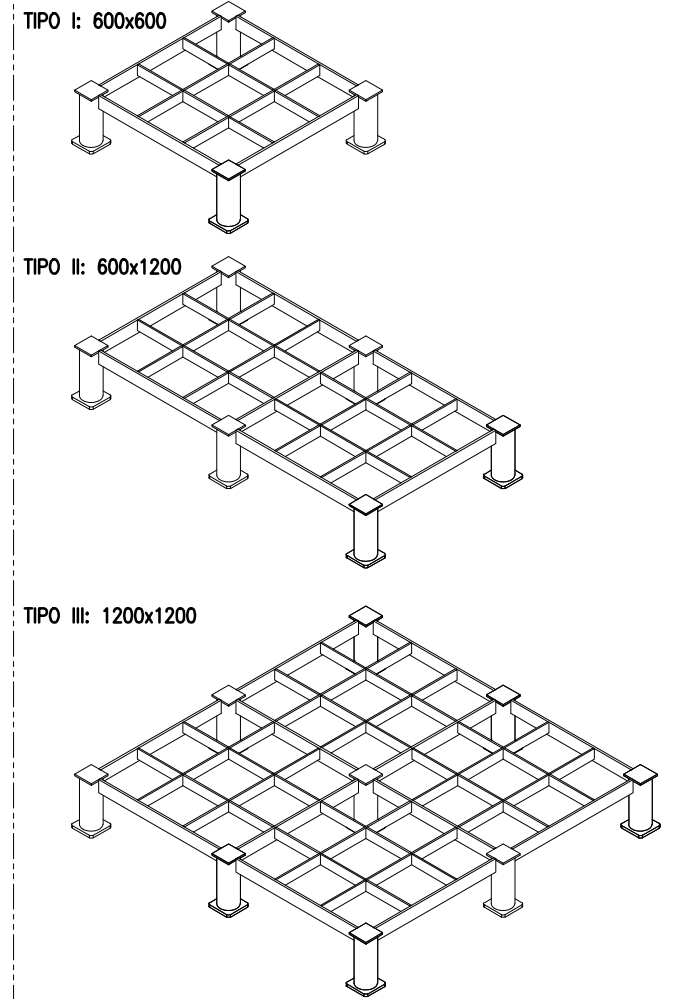


VISTA LATERAL ESC. 1:1

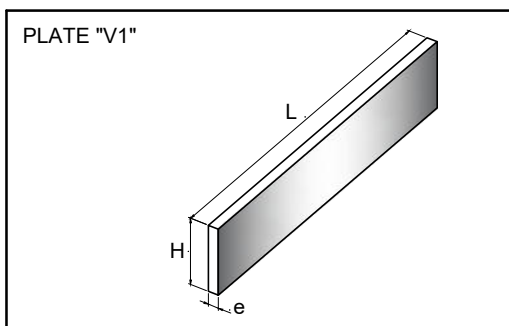


VISTA ISOMETRICA ESC. 5/E

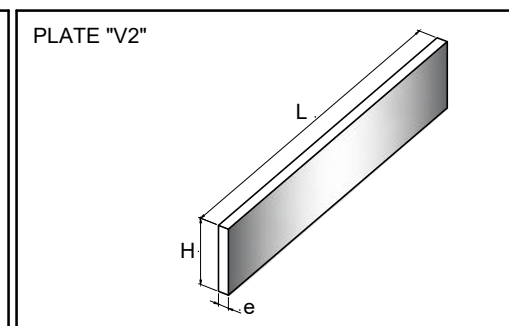
TIPOS DE PARIHUELAS METÁLICAS:



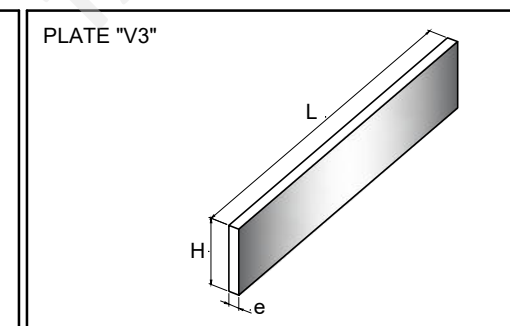
- NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS ESTÁN DADAS EN MILIMETROS (mm), SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
  - ELIMINAR FILOS & REBASAS 0.25 x 45°.
  - LONGITUD VARIABLE, SE DEFINE EN CAMPO.



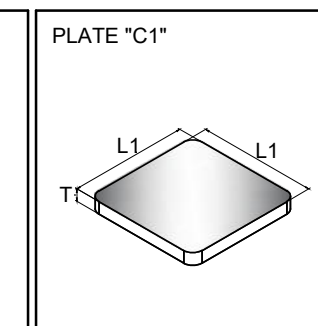
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	8	50	527	83333	2133	1.65
2	9.5	50	527	98958	3572	1.96
3	10	50	527	104167	4167	2.06



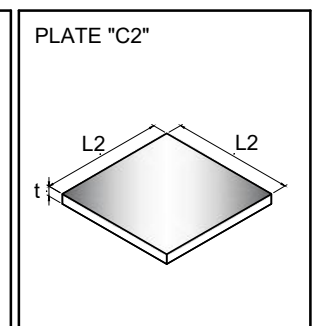
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	6	40	592	32000	720	1.12
2	8	40	592	42667	1707	1.49
3	9.5	40	592	50667	2858	1.76



N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	6	40	193	32000	720	0.36
2	8	40	193	42667	1707	0.48
3	9.5	40	193	50667	2858	0.57



N°	T	L1	L1	Peso (Kg)
1	6	90	90	0.38
2	8	90	90	0.50
3	9.5	90	90	0.60
4	10	90	90	0.63



N°	t	L2	L2	Peso (Kg)
1	4.5	73	73	0.18
2	5	73	73	0.20
3	6	73	73	0.25

PARIHUELAS METÁLICAS		
TIPO	DESCRIPCION	CARGA
E1	PARIHUELA PARA PIEZAS LIVIANAS Y SEMI PESADAS	≤500Kg/m <sup>2</sup>

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**  
PARIHUELA METÁLICA LIVIANA-SEMI PESADA(TIPO A)  
ARREGLO GENERAL

Dibujado: O.D.G.	Aprobado: E.C.C.	Escala: IND.	Proyeccion	Peso:	O.T.	No. PLANO	Rev.
Revisado: E.S.M.	Fecha: 22.03.24	Formato: A1	---	---	****-**	T032526	1

TAMA INGENIEROS S.A.C. advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.

TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)										Medidas nominales (valores en mm.)									
más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 16000	más de 16000 hasta 20000	20000	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

ESTA ESTRUCTURA HA SIDO DISEÑADA Y FABRICADA POR TAMA INGENIEROS S.A.C. Calle 3, Mz. B, Lt. 1, Urbanización Barbedillo, Ate, Lma, Perú / Tel.: 715-1281 E-mail: tamaingenieros@tama.pe Página Web: www.tamaingenieros.pe Diseñado para manipulación con MONTACARGAS (NO IZAR)

TIEMPO DE VIDA ÚTIL ESPERADO DE 20 AÑOS PESO NETO: \_\_\_\_\_ Kg

DIMENSIONES: \_\_\_\_\_ mm. SERIE N°: OTIP- \_\_\_\_\_

CARGA MÁX.: 900 Kg/m<sup>2</sup> 1200 Kg/m<sup>2</sup> FECHA DE FABRICACIÓN: / /

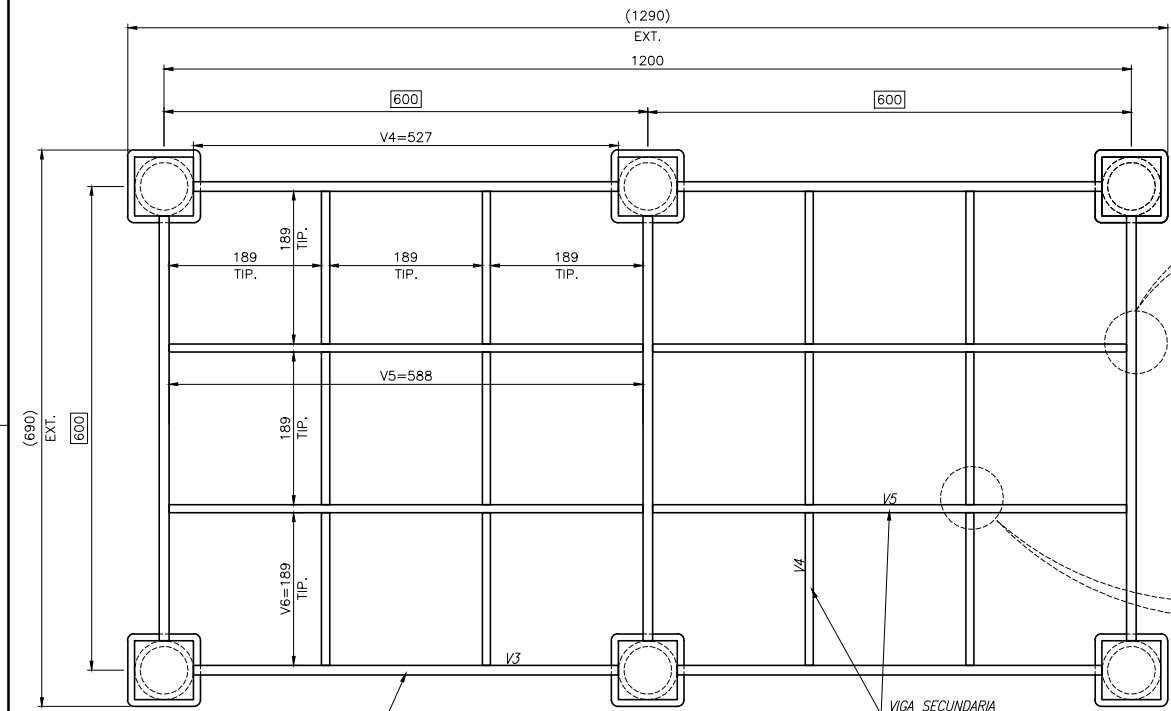
REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
1	SE AGREGA LA DENOMINACIÓN "TIPO B", "V4", "V4" Y "V5"	O.D.G.	E.C.C.	02.04.24

**INGENIERIA VALIDO PARA FABRICACION**

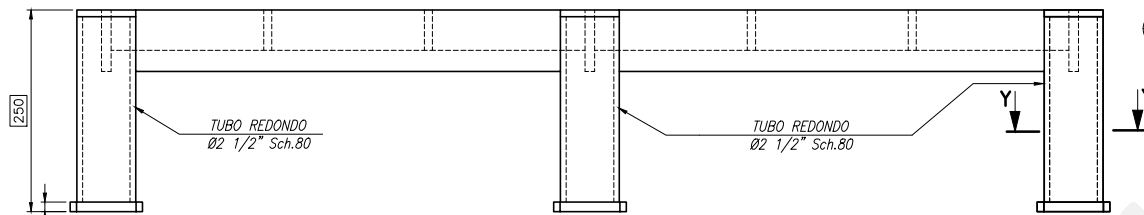
V°B°: \_\_\_\_\_ Fecha: 02/04/24

O.T.P.: 21

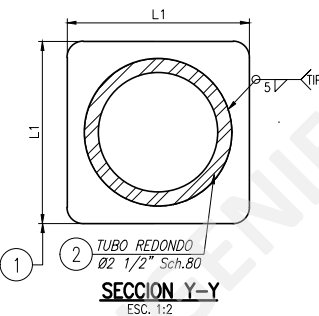
O.T.P.: 22



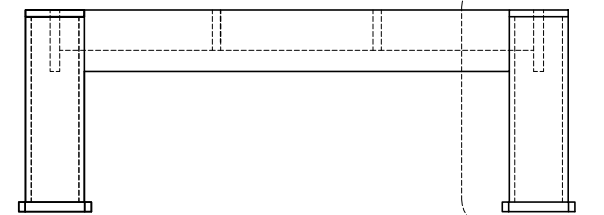
**VISTA DE PLANTA**  
ESC. 1:5



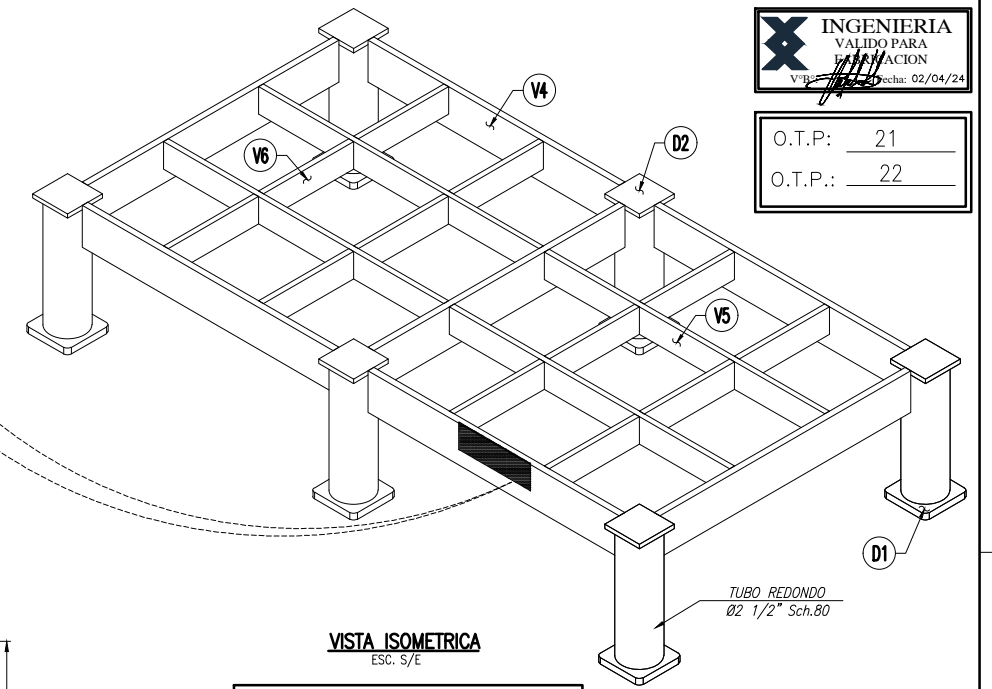
**VISTA FRONTAL**  
ESC. 1:5



**SECCION Y-Y**  
ESC. 1:2



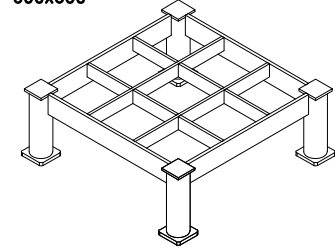
**VISTA LATERAL**  
ESC. 1:5



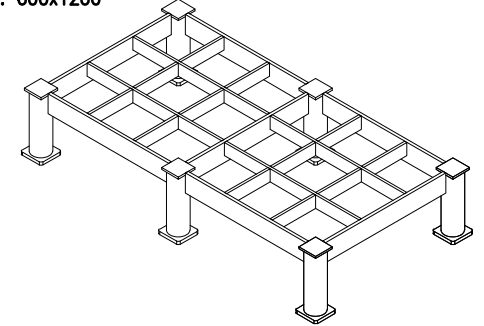
**VISTA ISOMETRICA**  
ESC. 5/8

**TIPOS DE PARIHUELAS METÁLICAS:**

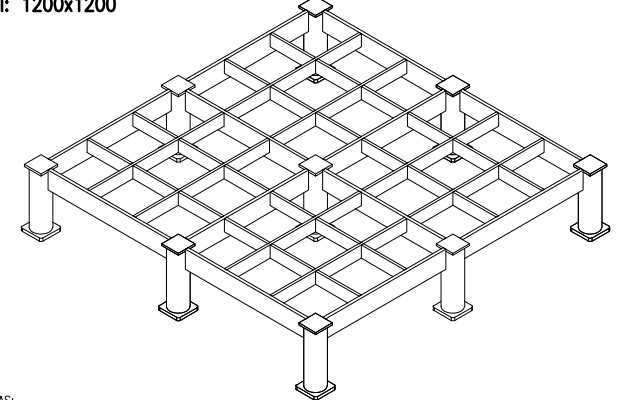
TIPO I: 600x600



TIPO II: 600x1200

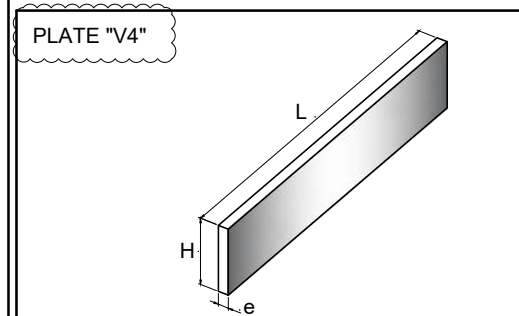


TIPO III: 1200x1200

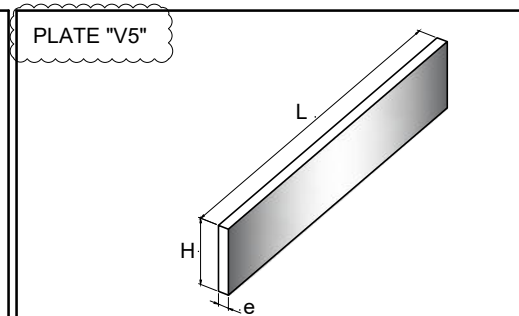


NOTAS:

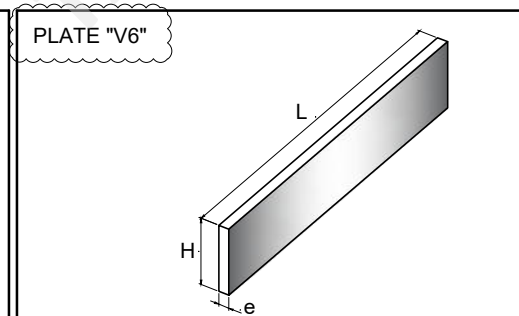
- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS ESTÁN DADAS EN MILIMETROS (mm), SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
- ELIMINAR FILOS & REBASAS 0.25 x 45°.
- LONGITUD VARIABLE, SE DEFINE EN CAMPO.



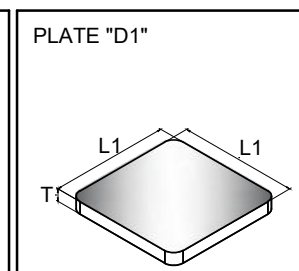
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	12	76	527	438976	10944	3.77
2	16	76	527	585301	25941	4.63
3	19	76	527	695045	43440	5.34
4	25	76	527	914533	98958	6.20



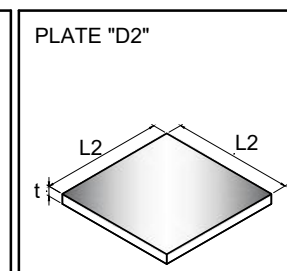
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	8	50	588	83333	2133	1.47
2	10	50	588	104167	4167	1.84
3	12	50	588	125000	7200	2.21



N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	8	50	189	83333	2133	0.47
2	10	50	189	104167	4167	0.59
3	12	50	189	125000	7200	0.71



N°	T	L1	L1	Peso (Kg)
1	12	90	90	0.75
2	16	90	90	1.00
3	19	90	90	1.20
4	25	90	90	1.58
5	32	90	90	2.00



N°	t	L2	L2	Peso (Kg)
1	8	73	73	0.33
2	10	73	73	0.42
3	12	73	73	0.50

PARIHUELAS METÁLICAS		
TIPO	DESCRIPCION	CARGA
E2	PARIHUELA PARA PIEZAS PESADAS	≤1200Kg/m <sup>2</sup>

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**


**PARIHUELA METÁLICA PESADA (TIPO B)**

**ARREGLO GENERAL**

Dibujado: O.D.G.	Aprobado: E.C.C.	Escala: IND.	Proyeccion	Peso:	O.T.	No. PLANO	Rev.
Revisado: E.S.M.	Fecha: 02.04.24	Formato: A1	---	---	---	T032527	1

TAMA INGENIEROS S.A.C. advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la información contenida en este plano sin una debida autorización de sus propietarios, esta penada ante la ley.

VER NOTA DEL LOGO

	ESTA ESTRUCTURA HA SIDO DISEÑADA Y FABRICADA POR TAMA INGENIEROS S.A.C. Calle 3, Mz. B, Lt. 1, Urbanización Barbadillo, Ate, Lima, Perú / Telf.: 715-1281 E-mail: <a href="mailto:tamasac@tama.pe">tamasac@tama.pe</a> / <a href="mailto:ventashardox@tama.pe">ventashardox@tama.pe</a> Página Web: <a href="http://www.tamaingenieros.pe">www.tamaingenieros.pe</a> Diseñado para manipulación con MONTACARGAS (NO IZAR)	
	TIEMPO DE VIDA ÚTIL ESPERADO DE 20 AÑOS	PESO NETO: <input type="text"/> Kg.
DIMENSIONES: <input type="text"/> mm.	SERIE N°: <input type="text"/> OTP-	
CARGA MÁX.: 500 Kg/m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 1200 Kg/m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/>	FECHA DE FABRICACIÓN: <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	



ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
INSPECCION VISUAL (VI)	100%

ITEM 1  
 ESC. 1:1

- TEXTO (BAJO RELIEVE FONDO NEGRO)
- ALTURA DE LETRA: 2mm


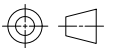
NOTAS PARA EL LOGO

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm. SALVO INDICACION CONTRARIA
- 2.- COLOR DEL LOGO: AZUL ACERO, RAL 5011
- 3.- TIPO DE LETRA PARA "TAMA": DOTUM
- 4.- TIPO DE LETRA PARA "INGENIEROS S.A.C.": ARIAL UNICODE MS

NOTAS:

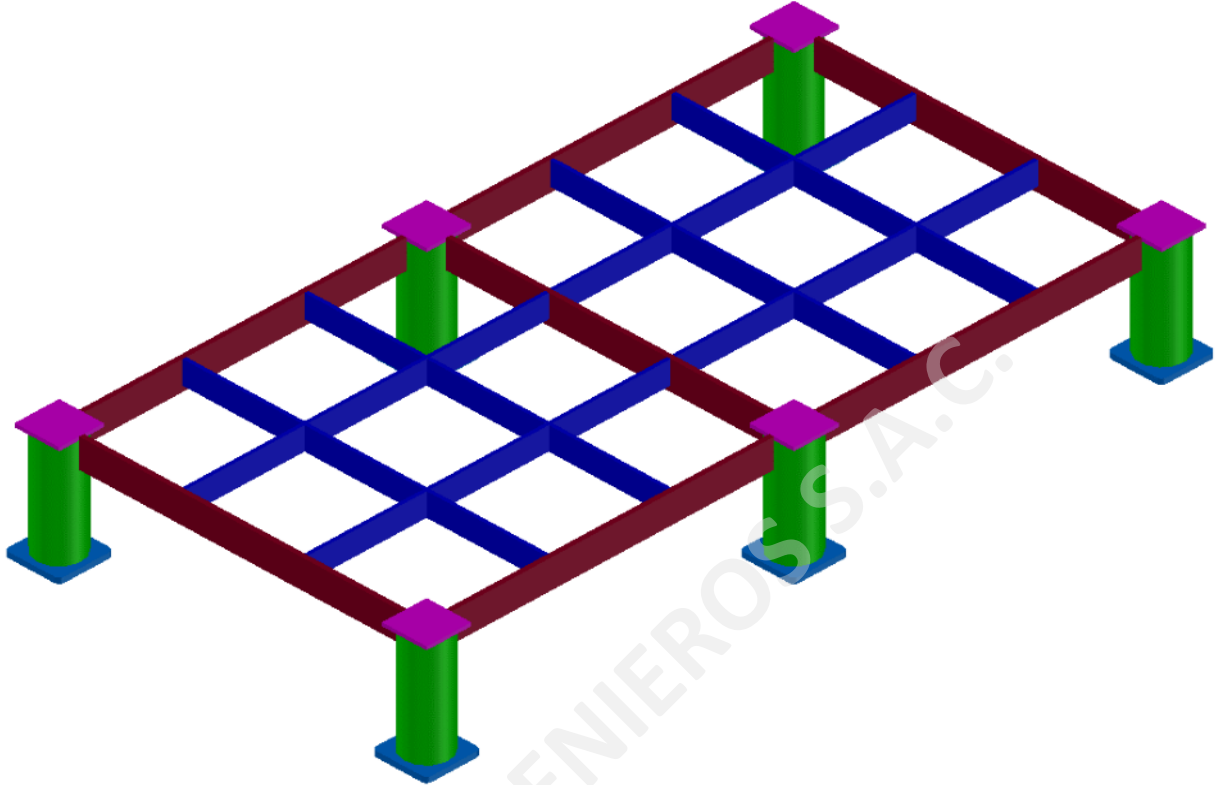
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN mm, SALVO INDICACION CONTRARIA.
2. PARA UBICACION VER PLANO: T032526-T032527

PRECISION CLASE "A"	TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)									Medidas nominales (valores en mm.)		
	màs de 30 hasta 120	màs de 120 hasta 400	màs de 400 hasta 1000	màs de 1000 hasta 2000	màs de 2000 hasta 4000	màs de 4000 hasta 8000	màs de 8000 hasta 12000	màs de 12000 hasta 16000	màs de 16000 hasta 20000	màs de 20000		
	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9		
REV.	DESCRIPCION							POR	APROB.	FECHA		
0	EMITIDO PARA FABRICACIÓN							O.D.G.	E.C.C.	26.02.24		

110330100332	AISI304	1	PLACA DE IDENTIFICACIÓN PL.2mm x 50 x 140	1	0.11	0.01	
			PARIHUELAS METÁLICAS	1	0.1	0.01	
Código / #Parte	Mat. / Plano	Item	Descripción	Cant.	Peso (kg)	Area (m2)	
			TAMA INGENIEROS S.A.C.				
			PARIHUELAS METÁLICAS				
			PLACA DE IDENTIFICACIÓN				
Dibujado: O.D.G.	Aprobado: E.C.C.	Escala: IND.	Proyeccion	Peso: 0.1 Kg.	O.T.P.: XXX-24	No. PLANO T032528	Rev. 0
Revisado: E.S.M.	Fecha: 26.02.24	Formato: A2					
TAMA INGENIEROS S.A.C. advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.							

**Anexo N°6**  
**Memoria de Cálculo Parihuela (Rev. D)**

TAMA INGENIEROS S.A.C.



**PARIHUELAS METÁLICAS**

**ELEMENTOS FINITOS**  
**CLIENTE: TAMA INGENIEROS S.A.C.**

**OC: INTERNA**

Aprobado por : J.M.		Fecha: 25/04/2024	Firma:	
Revisado por : J.M.		Fecha: 23/04/2024	Firma:	
Preparado por : O.C.		Fecha: 22/04/2024	Firma:	
D	Emitido para aprobación - se actualiza peraltes de vigas "V"	J.M.	25/04/2024	
C	Emitido para aprobación	J.M.	20/03/2024	
B	Emitido para aprobación	J.M.	20/03/2024	
A	Emitido para revisión interna	J.M.	20/03/2024	
<b>Nº</b>	<b>Revisiones</b>	<b>Por</b>	<b>Fecha</b>	
CALCULO No. MC-T-CT-003-24		REVISION No. D	FECHA. 25/04/2024	

## ÍNDICE

1.-	General	3
	1.1 Objetivo	
	1.2 Códigos y estandares	
	1.3 Referencias	
	1.4 Consideraciones para el diseño	
	1.5 Materiales	
	1.6 Criterio de diseño por metodo de elementos finitos	
2.-	Diseño por método de elementos finitos	5
3.-	Diseño por método de elementos finitos (Parihuela E1)	6
	3.1 Simulación de la parihuela metálica	
4.-	Diseño por método de elementos finitos (Parihuela E2)	8
	4.1 Simulación de la parihuela metálica	
5	Conclusiones	10
6	Recomendaciones	10
7	Anexos	10

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

D

FECHA.

25/04/2024



**1.- DESCRIPCION GENERAL**

**1.1 OBJETIVO.**

- Diseñar y calcular las parihuelas metálicas para la validacion de los elementos estructurales y optimizacion de material (el comportamiento estructural de la parihuela metálica) , brindando seguridad para sus condiciones operativas. Calculado mediante elementos finitos FEA.
- El programa Solidworks Simulation 2022 fue utilizado para su validación

**1.2 CODIGOS Y ESTANDARES.**

ASTM *American Society for Testing and Materials*

**1.3 REFERENCIAS.**

- \*) T-GI-F-21 Embalaje de metal actual
- \*) T-GI-F-21 Embalaje de metal
- \*) T-GI-F-21 Tipos de embalaje 10 casos
- \*) Zacchei\_Design of new modular metal pallets\_ Experimental validation and life cycle analysis

**1.4 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.**

Se tiene las siguientes consideraciones, tipos de Parihuelas:

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO (Material)
E1	Para piezas livianas y semipesadas.	(Parihuela de acero)
E2	Para piezas pesadas	(Parihuela de acero)

**1.5 MATERIALES.**

- Planchas de acero en material ASTM A36 / ASTM A572 Gr.50 / ASTM A709 Gr.50

	Yield Point (min.)		Tensile Strength (min.)	
	ksi	Mpa	ksi	Mpa
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A572 Gr.50	50	345	65	450
ASTM A709 Gr.50	50	345	65	450

Fig. 01: Propiedades de los materiales

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

D

FECHA.

25/04/2024

**1.6 CRITERIO DE DISEÑO POR METODO DE ELEMENTOS FINITOS**

- El análisis considera una modelación mediante el software de elementos finitos SolidWorks Simulation
- El criterio de aprobación del análisis estructural del Soporte del contratorque estará basado en la tensión de Von Mises.
- Existen cuatro teorías sobre la falla o ruptura. A) Von Mises B) Tresca C) Mohr y D) Máximo normal.
- Los resultados experimentales indican que, de todas estas teorías sobre la ruptura, en los materiales dúctiles la que da resultados más adaptados a la realidad es la teoría de distorsión máxima de **Von Mises (criterio de diseño)**

**Tensión de Von Mises**

La tensión de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

La tensión de Von Mises puede calcularse fácilmente a partir de las tensiones principales del tensor, tensión en un punto de un sólido deformable, mediante la expresión:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

Siendo  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ , las tensiones principales y habiéndose obtenido la expresión a partir de la energía de distorsión en función de las tensiones principales:

$$E_{def, dist} = \frac{1}{6G} \left[ \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]$$

La tensión de Von Mises y el criterio de fallo elástico asociado debe su nombre a Richard Edler von Mises (1913) propuso que un material dúctil sufría fallo elástico cuando la energía de distorsión elástica rebasaba cierto valor. Sin embargo, el criterio fue claramente formulado con anterioridad por Maxwell en 1865 más tarde también Huber (1904), en un artículo en polaco anticipó hasta cierto punto la teoría de fallo de Von Mises. Por todo esto a veces se llama a la teoría de fallo elástico basada en la tensión de Von Mises como teoría de Maxwell-Huber-Hencky-von Mises y también teoría de fallo.

**En consecuencia se prevé que ocurrirá la fluencia cuando:**

$$\sigma_{VM} \geq \sigma_{Fluencia\ acero} \dots\dots (Criterio\ de\ Diseño)$$

CALCULO No.

MC-T-CT-003-24

REVISION No.

D

FECHA.

25/04/2024

**2.- Diseño por Metodo de Elementos Finitos**

**2.1 Calculo de aplicación de fuerzas en la parihuela metálica**

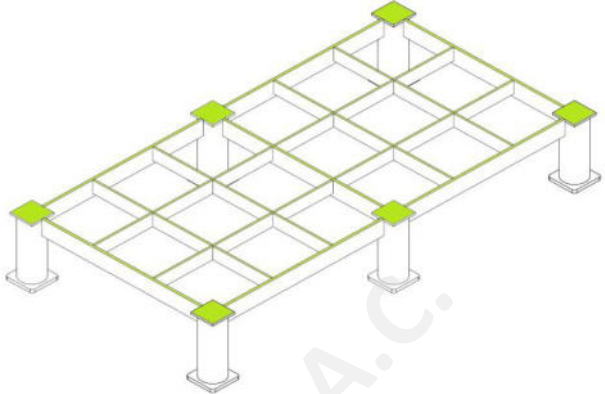
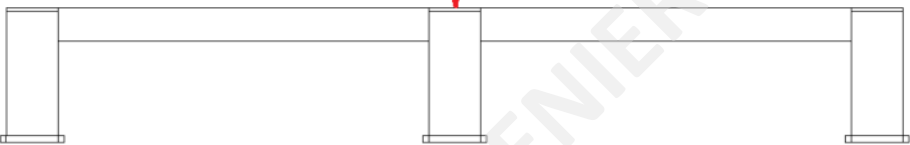
**Dimensiones :** Medidas generales y ubicación de cargas

La fuerza "F" se aplica depende del tipo de parihuela:

$W=mg$

**Datos:**

m = masa : ..... Kg  
g = gravedad : ..... m/s<sup>2</sup>

**Calculos :**

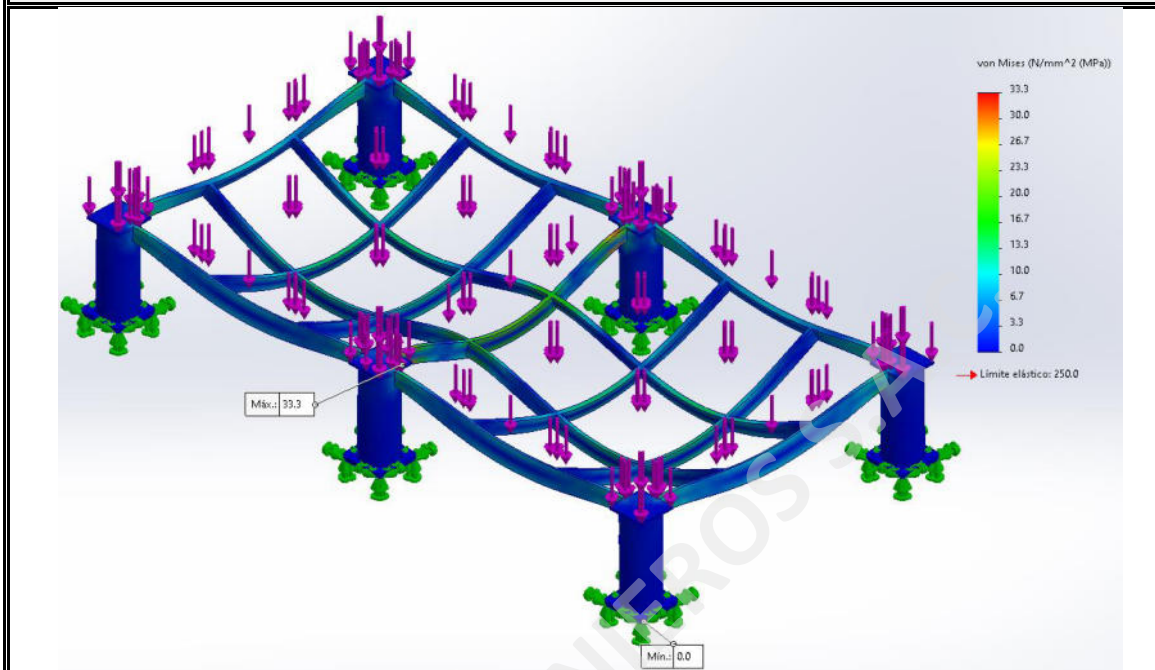
La fuerza "F" se aplica depende del tipo de parihuela, de acuerdo a la siguiente tabla:

PARIHUELAS METÁLICAS		CARGA MÁX.
LIVIANAS - SEMIPESADAS ≤ 500 Kg/m <sup>2</sup>	E1	500 Kg/m <sup>2</sup>
PESADAS (500-1200 Kg/m <sup>2</sup> )	E2	1200 Kg/m <sup>2</sup>

### 3.- Diseño por Metodo de Elementos Finitos (Parihuela E1)

3.1 Simulación de la parihuela metálica : Se considera la simulación en las condiciones mas críticas

#### Resultados : Tensiones de Von Mises



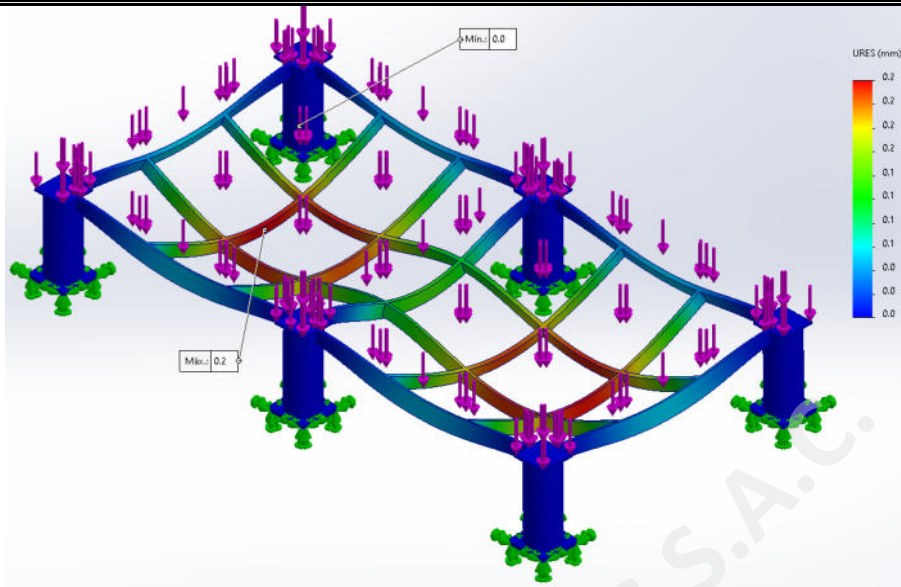
**¡IMPORTANTE!**

Se observa que se obtiene un Esfuerzo máx de 33.3 Mpa --->  
Estando por debajo del Esfuerzo máx de Fluencia (Límite elástico) del material ASTM A36 (250 Mpa)

- Analisis estático 2\* (-Predeterminado-)
  - Piezas
  - Conexiones
    - Interacciones entre componentes
  - Sujeciones
    - Fijo-1
  - Cargas externas
    - Fuerza-1 (:Por elemento: 5,000 N:)
  - Malla
    - Trazado de calidad de malla
  - Opciones de resultados
  - Resultados
    - Tensiones1 (-vonMises-)**
    - Desplazamientos1 (-Despl res-)
    - Deformaciones unitarias1 (-Equivalente-)
    - Factor de seguridad1 (-FDS-)

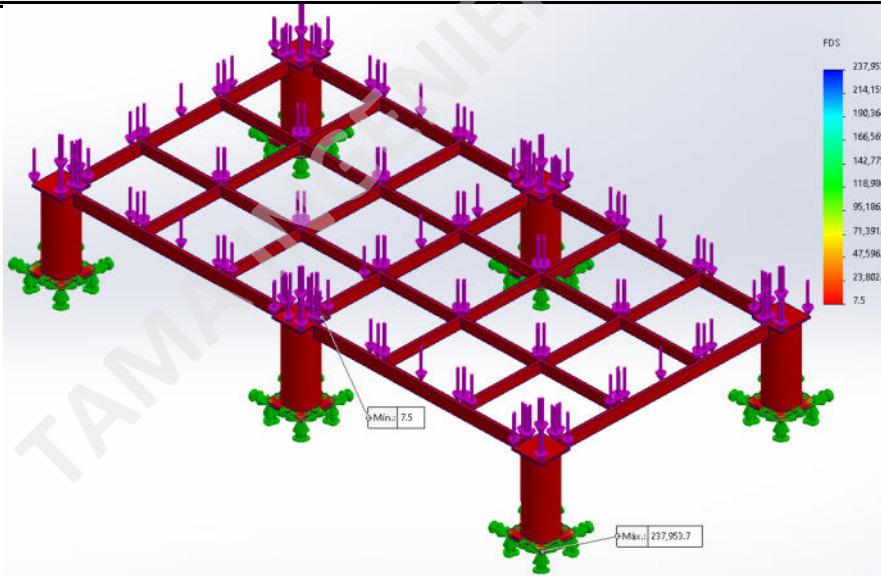
Tensión de Von Mises Max:	33.3	Mpa
Tensión de Von Mises Min:	0.000	Mpa

**Resultados : Desplazamiento**



Desplazamiento Max: 0.200 mm  
Desplazamiento Min: 0.000 mm

**Resultados : Factor de seguridad FDS**



*Se observa un factor de seguridad de 7.5*

Factor Seguridad Min: 7.5

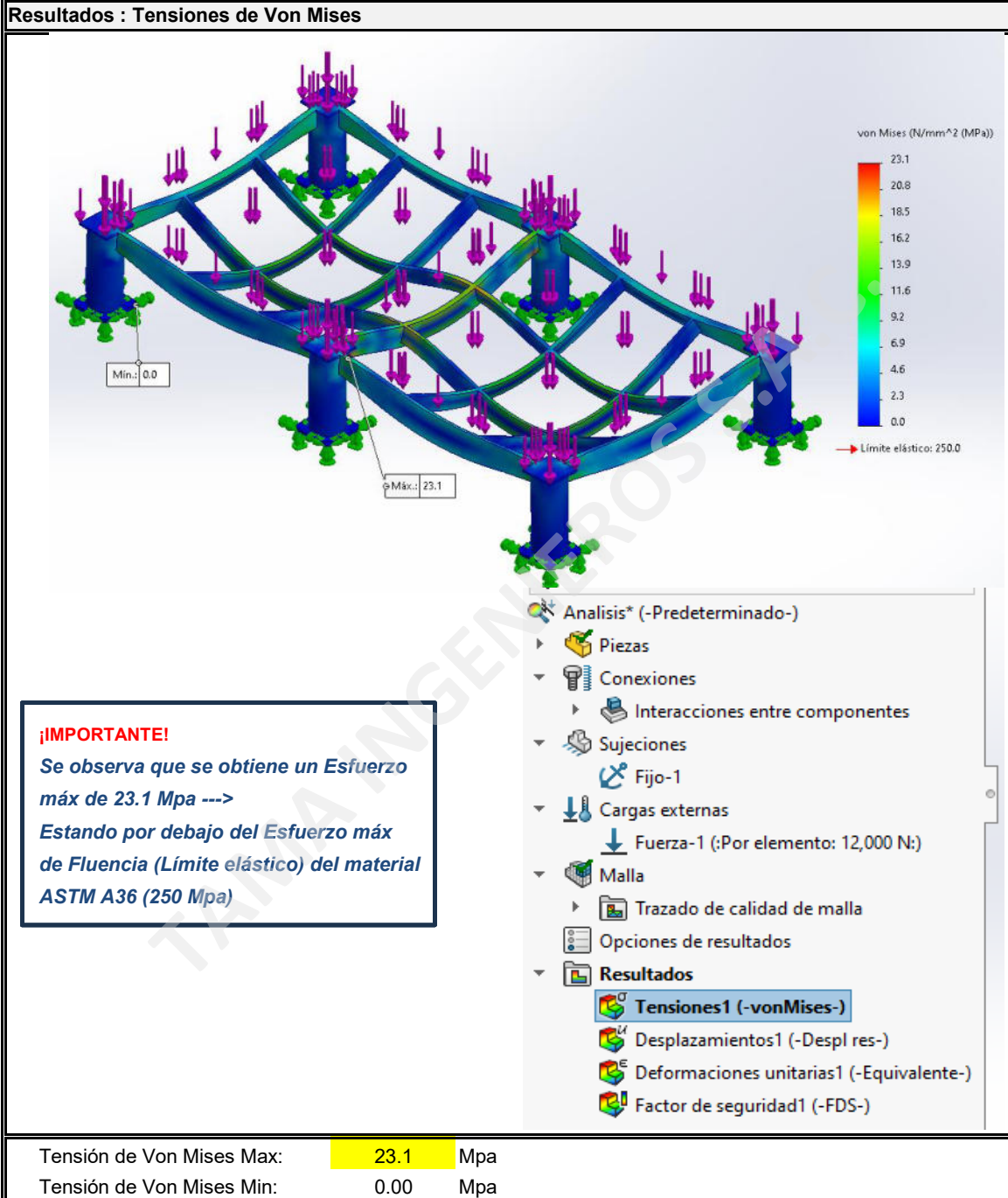
CALCULO No.  
MC-T-CT-003-24

REVISION No.  
D

FECHA.  
25/04/2024

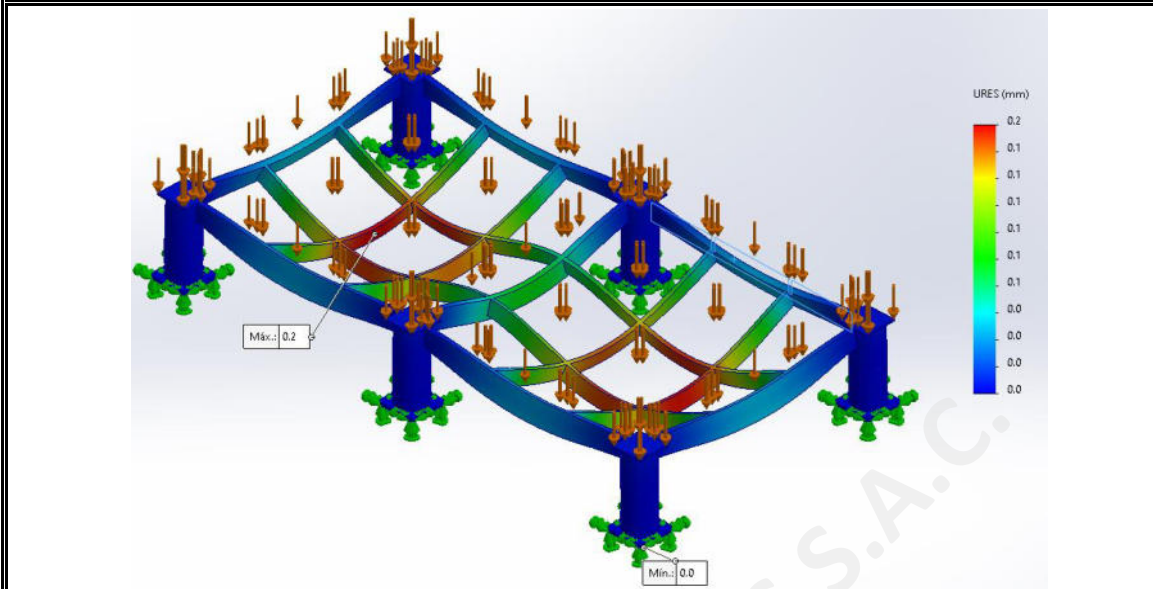
4.- Diseño por Metodo de Elementos Finitos (Parihuela E2)

4.1 Simulación de la parihuela metálica : Se considera la simulación en las condiciones mas críticas .



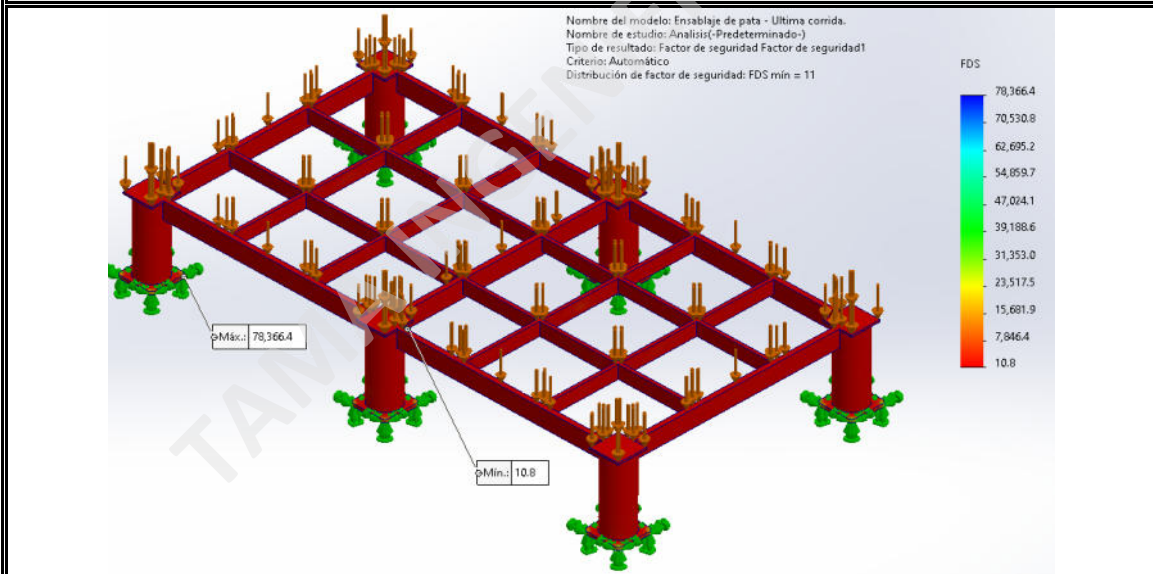


Resultados : Desplazamiento



Desplazamiento Max: 0.200 mm  
Desplazamiento Min: 0.000 mm

Resultados : Factor de seguridad FDS



*Se observa un factor de seguridad de 10.8*

Factor Seguridad Min: 10.8

CALCULO No.  
MC-T-CT-003-24

REVISION No.  
D

FECHA.  
25/04/2024

### 5- Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el acápite anterior Simulación de Parihuela Metálica se tiene:

#### -Parihuela "E1"

- La tensión máxima de Von Mises calculado es de **33.3 Mpa**, siendo este valor menor a 250 Mpa para el material analizado ASTM A36.
- El factor de seguridad mínimo calculado es de **7.5** por lo cual se asegura que el esfuerzo de Von Mises (Esfuerzo calculado) no supera el esfuerzo de fluencia del material.

#### -Parihuela "E2"

- La tensión máxima de Von Mises calculado es de **23.1 Mpa**, siendo este valor menor a 250 Mpa para el material analizado ASTM A36.
- El factor de seguridad mínimo calculado es de **10.8** por lo cual se asegura que el esfuerzo de Von Mises (Esfuerzo calculado) no supera el esfuerzo de fluencia del material.

El análisis realizado se ha desarrollado con material ASTM A-36 (esfuerzo de fluencia de 250 Mpa); considerando que también se usaran las planchas y perfiles en Gr.50 (esfuerzo de fluencia de 350 Mpa); para fabricar las parihuelas metálicas el factor de seguridad se incrementará entre 30-40%

### 6.- Recomendaciones

Se recomienda pintar la parihuela para evitar la corrosión.

### 7.- Anexos

- \* Parihuela Metálica Liviana - Semipesada (E1) - PLANO: T0323526 R.2
- \* Parihuela Metálica Liviana - Pesada (E2) - PLANO: T0323527 R.2
- \* Placa de Identificación - PLANO: T032528 R.0

CALCULO No.

MC-T-CT-001-24

REVISION No.

D

FECHA.

25/04/2024

TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)										Medidas nominales (valores en mm.)									
más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 16000	más de 16000 hasta 20000	más de 20000 hasta 20000	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

ESTA ESTRUCTURA HA SIDO DISEÑADA Y FABRICADA POR TAMA INGENIEROS S.A.C. Calle 3, Mz. B, Lt. 1, Urbanización Bardsillo, Ate, Lima, Perú / Telf.: 715-1281 E-mail: tamasac@tama.pe / ventas@tamasac.pe Página Web: www.tamaingenieros.pe Diseñado para manipulación con MONTACARGAS (NO IZAR)

TIEMPO DE VIDA ÚTIL ESPERADO DE 20 AÑOS PESO NETO: \_\_\_\_\_ Kg.

DIMENSIONES: \_\_\_\_\_ mm. SERIE Nº: OT-\_\_\_\_\_

CARGA MÁX. 500 Kg/m<sup>2</sup> 1200 Kg/m<sup>2</sup> FECHA DE FABRICACIÓN: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

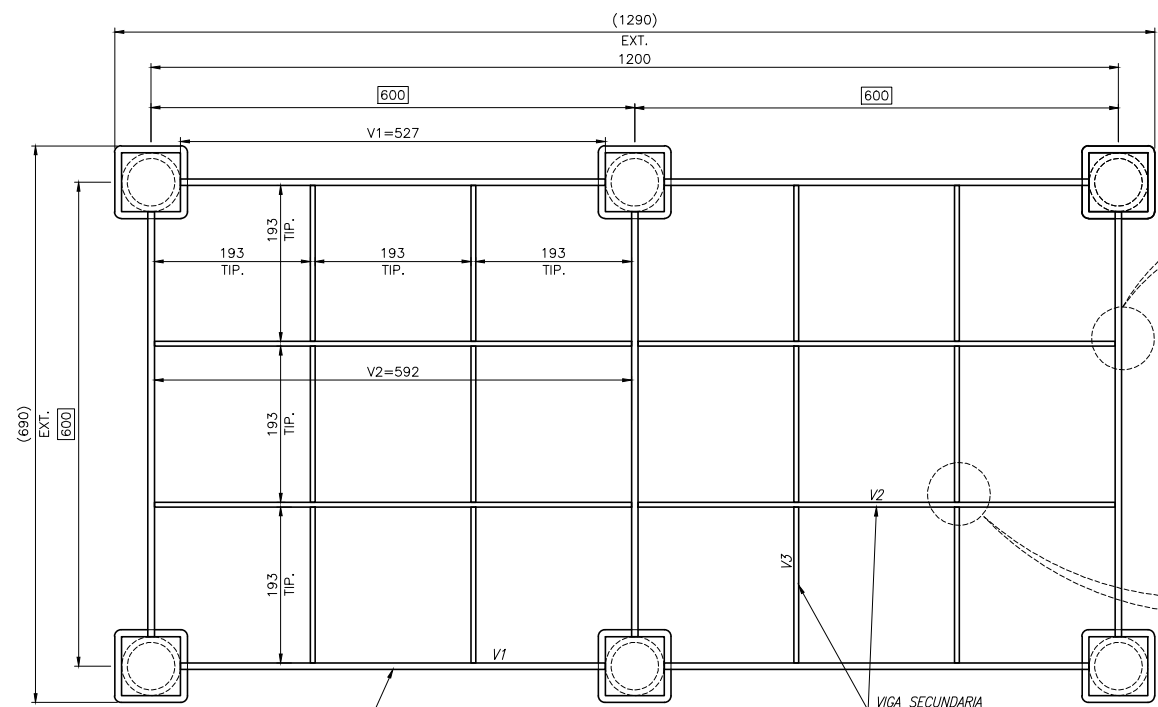
REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
2	SE ACTUALIZA LOS VALORES DE LAS VIGAS V1, V2 Y V3	O.D.G.	E.C.C.	25.04.24

**INGENIERIA VALIDO PARA FABRICACION**

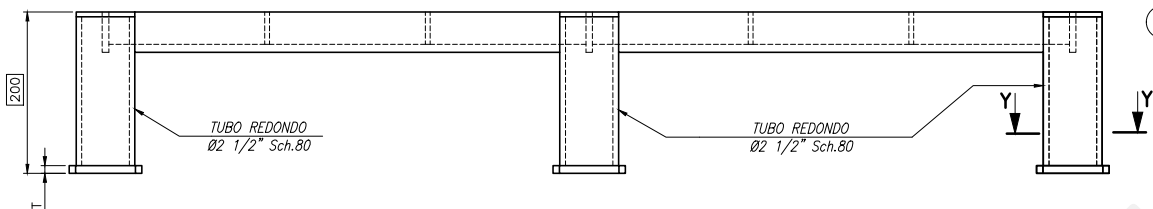
Vigencia: 25/04/24

C.I.F.: P28

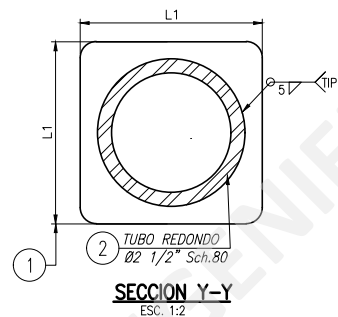
C.I.F.: P29



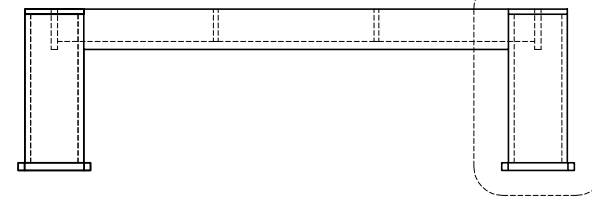
VISTA DE PLANTA  
ESC. 1:1



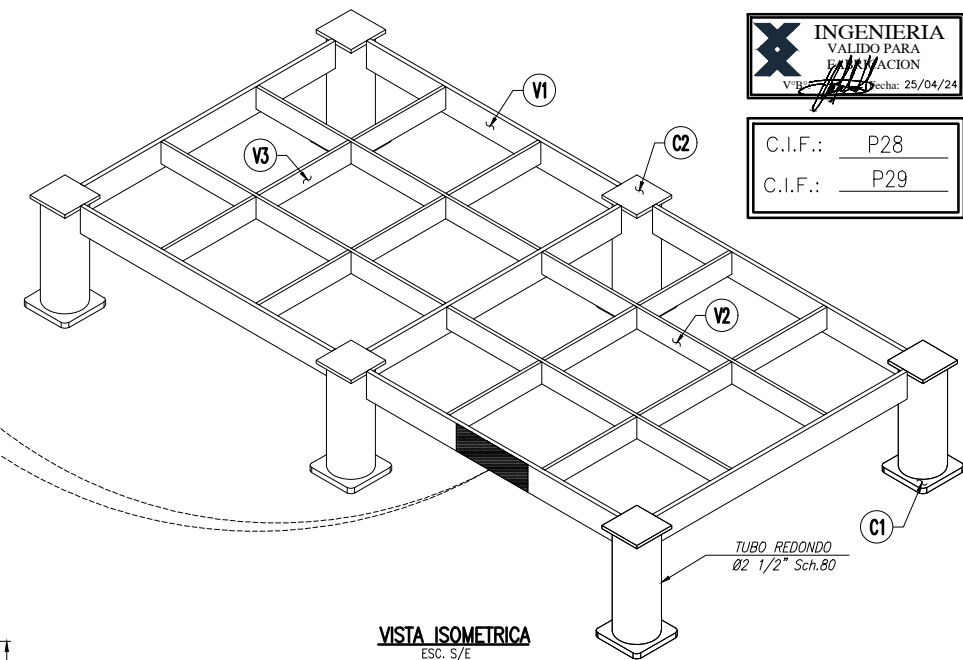
VISTA FRONTAL  
ESC. 1:1



SECCION Y-Y  
ESC. 1:2



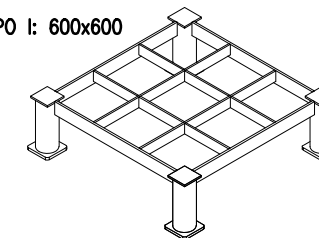
VISTA LATERAL  
ESC. 1:1



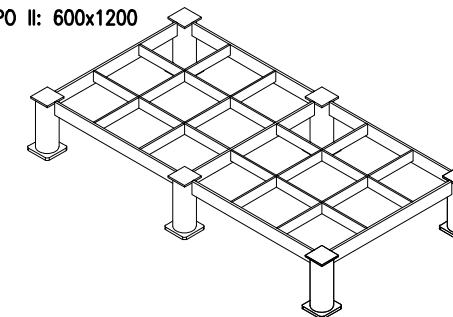
VISTA ISOMETRICA  
ESC. 5/E

TIPOS DE PARIHUELAS METÁLICAS:

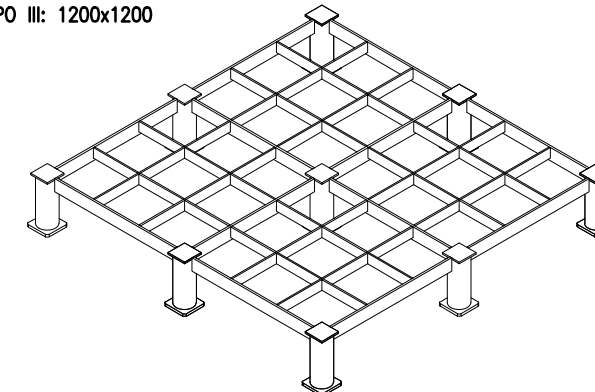
TIPO I: 600x600



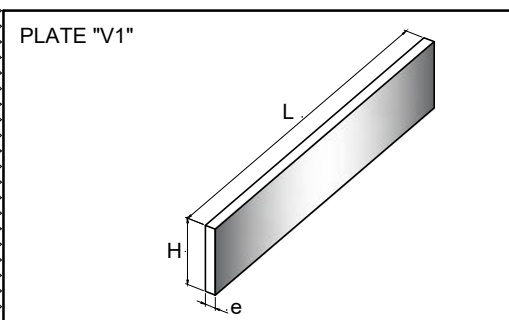
TIPO II: 600x1200



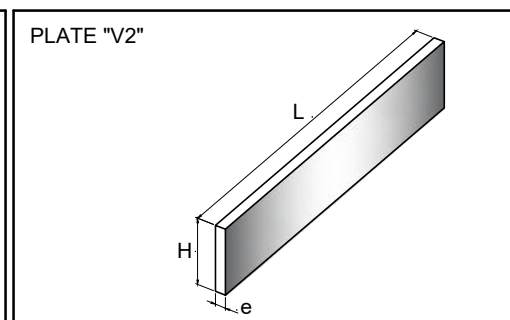
TIPO III: 1200x1200



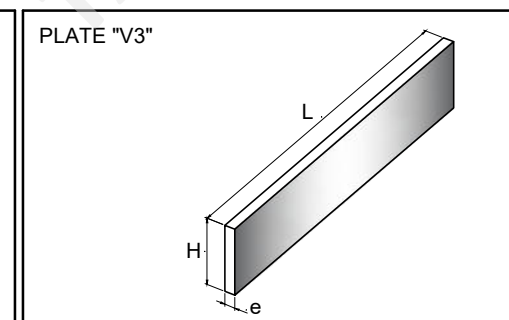
- NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS ESTÁN DADAS EN MILIMETROS (mm), SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
  - ELIMINAR FILOS & REBASAS 0.25 x 45°.
  - LONGITUD VARIABLE, SE DEFINE EN CAMPO.



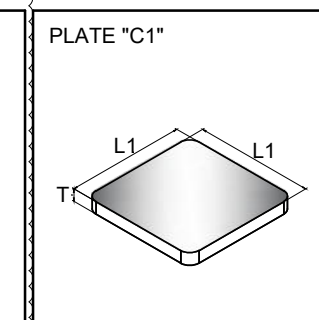
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	8	30	527	18000	1280	0.99
2	9.5	25	527	12369	1786	0.98
3	10	25	527	13020	2083	1.03



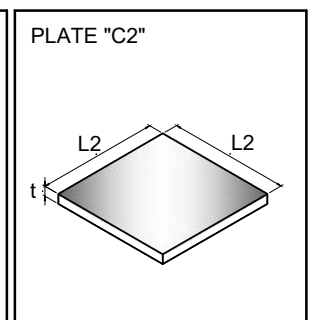
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	6	25	592	7812	450	0.69
2	8	20	592	5333	853	0.74
3	9.5	20	592	6333	1429	0.88



N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)
1	6	25	193	7812	450	0.22
2	8	20	193	5333	853	0.24
3	9.5	20	193	6333	1429	0.28



N°	T	L1	L1	Peso (Kg)
1	6	90	90	0.38
2	8	90	90	0.50
3	9.5	90	90	0.60
4	10	90	90	0.63



N°	t	L2	L2	Peso (Kg)
1	4.5	73	73	0.18
2	5	73	73	0.20
3	6	73	73	0.25

PARIHUELAS METÁLICAS		
TIPO	DESCRIPCION	CARGA
E1	PARIHUELA PARA PIEZAS LIVIANAS Y SEMI PESADAS	≤500Kg/m <sup>2</sup>

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

**PARIHUELA METÁLICA LIVIANA-SEMI PESADA(TIPO A)**

**ARREGLO GENERAL**

Dibujado: O.D.G.	Aprobado: E.C.C.	Escala: IND.	Proyeccion	Peso:	O.T.	No. PLANO	Rev.
Revisado: E.S.M.	Fecha: 25.04.24	Formato: A1	---	---	****-**	T032526	2

TAMA INGENIEROS S.A.C. advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.

TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)										Medidas nominales (valores en mm.)									
más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 16000	más de 16000 hasta 20000	más de 20000 hasta 20000	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

ESTA ESTRUCTURA HA SIDO DISEÑADA Y FABRICADA POR TAMA INGENIEROS S.A.C. Calle 3, Mz. B, Lt. 1, Urbanización Barbedillo, Ate, Lma, Perú / Telf.: 715-1281 E-mail: tamaingenieros@tama.pe Página Web: www.tamaingenieros.pe Diseñado para manipulación con MONTACARGAS (NO IZAR)

TIEMPO DE VIDA ÚTIL ESPERADO DE 20 AÑOS PESO NETO: \_\_\_\_\_ Kg

DIMENSIONES: \_\_\_\_\_ mm. SERIE N°: OTIP- \_\_\_\_\_

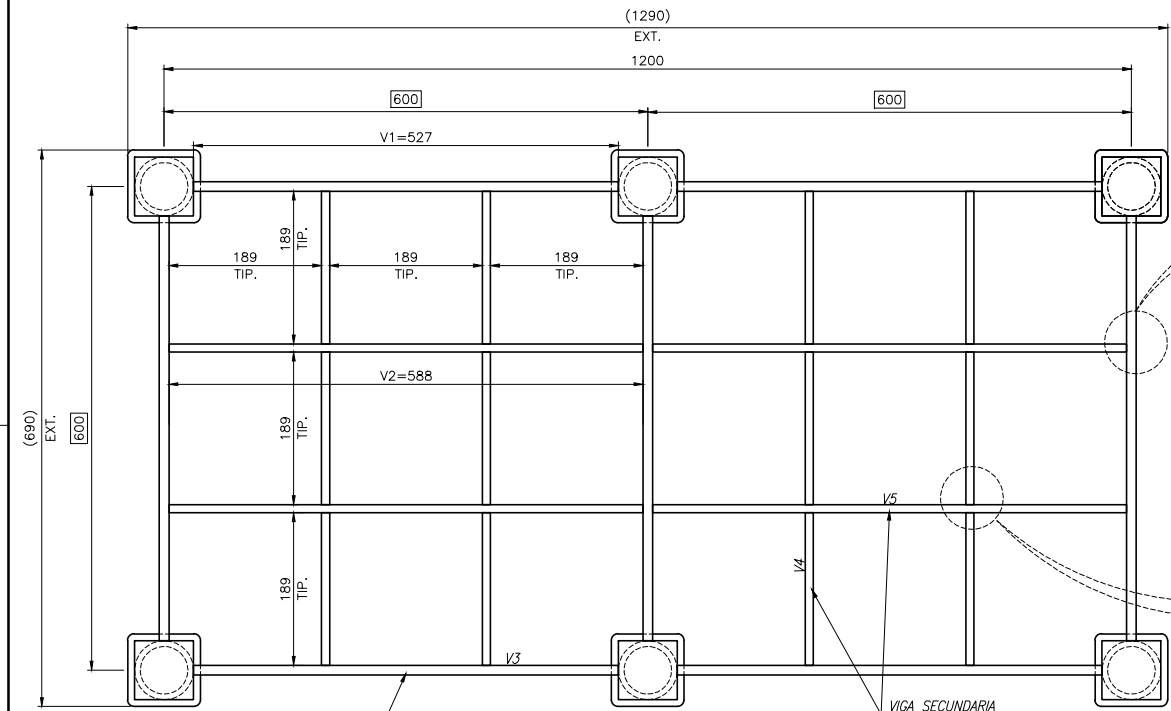
CARGA MÁX.: 900 Kg/m<sup>2</sup> 1200 Kg/m<sup>2</sup> FECHA DE FABRICACIÓN: / /

REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
2	SE ACTUALIZA LOS VALORES DE LAS VIGAS V4, V5 Y V6	O.D.G.	E.C.C.	25.04.24

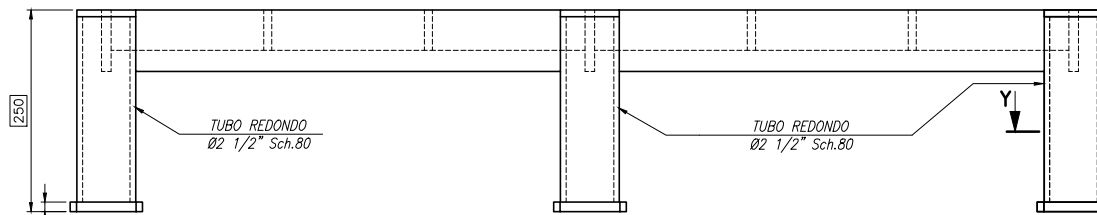
**INGENIERIA VALIDO PARA FABRICACION**

V°B° [Firma] Fecha: 25/04/24

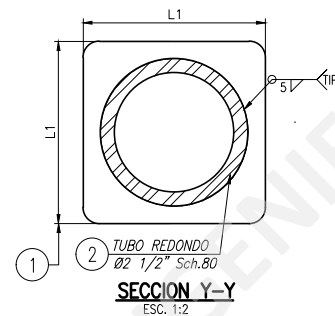
C.I.F.: P30  
C.I.F.: P31



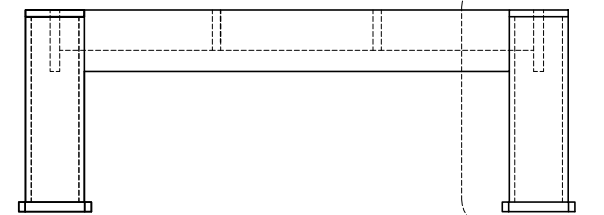
**VISTA DE PLANTA**  
ESC. 1:5



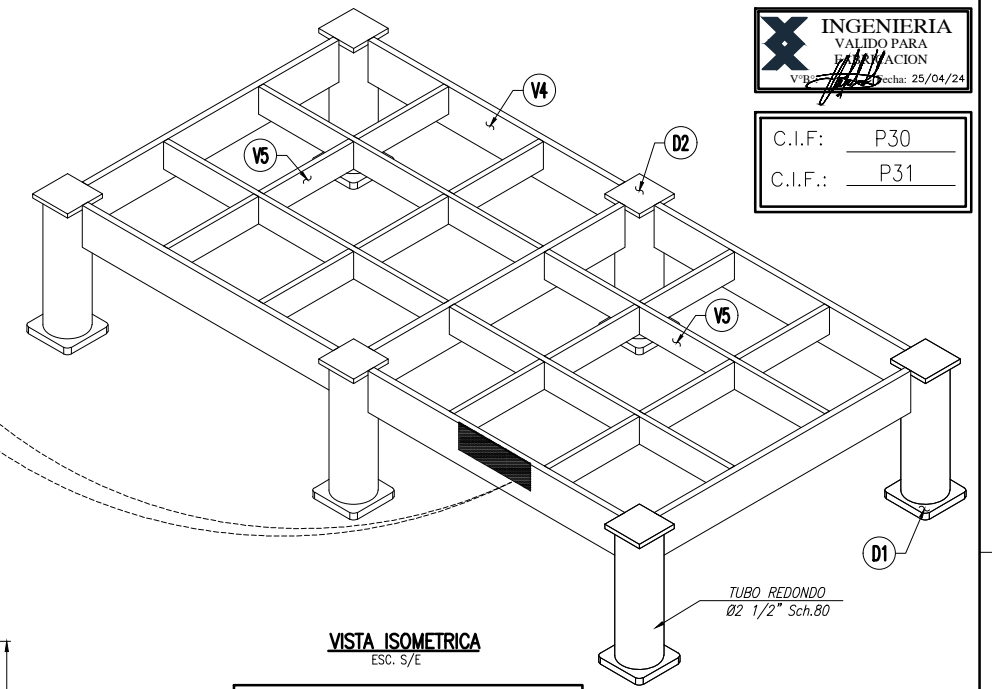
**VISTA FRONTAL**  
ESC. 1:5



**SECCION Y-Y**  
ESC. 1:2



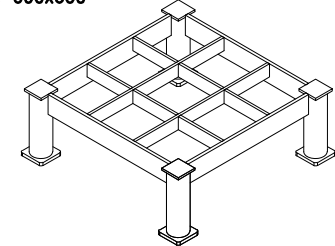
**VISTA LATERAL**  
ESC. 1:5



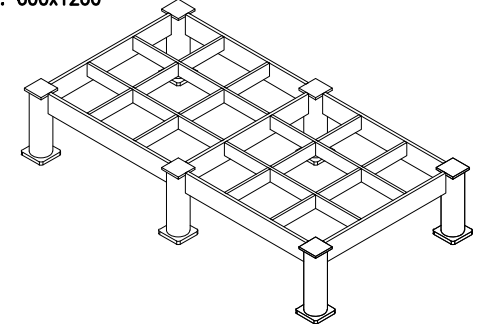
**VISTA ISOMETRICA**  
ESC. 5/8

**TIPOS DE PARIHUELAS METÁLICAS:**

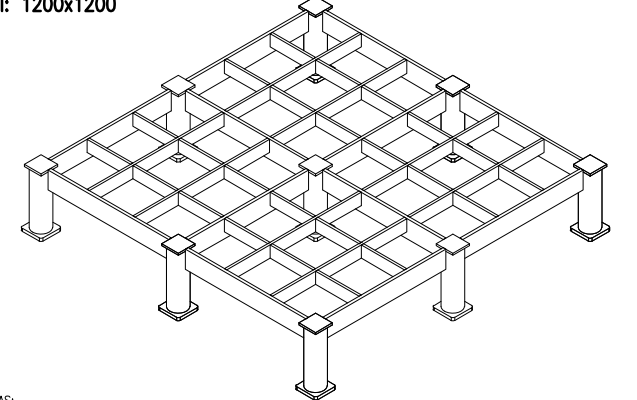
TIPO I: 600x600



TIPO II: 600x1200



TIPO III: 1200x1200



NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS ESTÁN DADAS EN MILIMETROS (mm), SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
- ELIMINAR FILOS & REBASAS 0.25 x 45°.
- LONGITUD VARIABLE, SE DEFINE EN CAMPO.

PLATE "V4"							PLATE "V5"							PLATE "V6"							PLATE "D1"				PLATE "D2"						
N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)	N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)	N°	e	H	L	Ix-x (mm <sup>4</sup> )	Iy-y (mm <sup>4</sup> )	Peso (Kg)	N°	T	L1	L1	Peso (Kg)	N°	t	L2	L2	Peso (Kg)	
1	12	45	527	91125	6480	2.23	1	8	35	588	28583	1493	1.29	1	8	35	189	28583	1493	0.41	1	12	90	90	0.75	1	8	73	73	0.33	
2	16	45	527	121500	15360	2.97	2	10	30	588	22500	2500	1.38	2	10	30	189	22500	2500	0.44	2	16	90	90	1.00	2	10	73	73	0.42	
3	19	40	527	101333	22863	3.14	3	12	30	588	27000	4320	1.66	3	12	30	189	27000	4320	0.53	3	19	90	90	1.20	3	12	73	73	0.50	
4	25	40	527	133333	52083	4.13																4	25	90	90	1.58					
																						5	32	90	90	2.00					

PARIHUELAS METÁLICAS		
TIPO	DESCRIPCION	CARGA
E2	PARIHUELA PARA PIEZAS PESADAS	≤1200Kg/m <sup>2</sup>

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

**TAMA INGENIEROS S.A.C., PARIHUELA METÁLICA PESADA (E2) ARREGLO GENERAL**

Dibujado: O.D.G.	Aprobado: E.C.C.	Escala: IND.	Proyeccion	Peso:	O.T.	No. PLANO	Rev.
Revisado: E.S.M.	Fecha: 25.04.24	Formato: A1	---	---	****-**	T032527	2

TAMA INGENIEROS S.A.C. advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la información contenida en este plano sin una debida autorización de sus propietarios, esta penada ante la ley.

**Anexo N°8**  
**Certificado de manejo de residuos**  
**peligrosos 2023**

TAMA INGENIEROS S.A.C.



# CERTIFICADO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Mediante el presente documento, el suscrito, Julio Cesar Quito Arostegui Gerente General de la empresa **DIACHPERU S.A.C** debidamente registrado ante el Ministerio del Ambiente (**MINAM**) Registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos **EO-RS 0020-18-150716**.

**Certifica que la empresa:**

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

Ubicada en el domicilio fiscal **Calle 03 Mz B Lt 1 Urb. Barbadillo Ate - Lima - Lima**, con **RUC 20508969512** ha contratado los servicios de nuestra representada como **EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS**, referente a la recolección y transporte de los siguientes residuos industriales peligrosos.


**SEDE: ATE**

**LUGAR DE RECOLECCIÓN: CALLE 03 MZ B LOTE 1**

ITEM	NOMBRE DEL RESIDUO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE RECOLECCION
01	Trapos con pintura	KG	12.00	15 de diciembre 2023

Los residuos citados fueron retirados de sus instalaciones para su disposición final en el relleno de seguridad "Huaycoloro" de PETRAMÁS SAC, dentro de lo establecido en el Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo N.º 014 - 2017 MINAM, mediante registro EO-RS-0026-20-150716, ubicado en la Quebrada Huaycoloro Km.7, Distrito San Antonio, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima

**DIACHPERU S.A.C.**

  
.....  
Julio C. Quito Arostegui  
GERENTE GENERAL

Calle Beta Mz V Lt 7Asoc. Prop. del Parq. Industrial El Asesor Ate -Lima

Telf.: [01] 480-2735 Cel.923196167

RUC 20517783910

Correo: [diachperu@hotmail.com](mailto:diachperu@hotmail.com) / [compras@diachperu.com](mailto:compras@diachperu.com) / [contactenos@diachperu.com](mailto:contactenos@diachperu.com)

Página Web: [www.diachperu.com](http://www.diachperu.com)





# CERTIFICADO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Mediante el presente documento, el suscrito, Julio Cesar Quito Aróstegui Gerente General de la empresa **DIACHPERU S.A.C** debidamente registrado ante el Ministerio del Ambiente (**MINAM**) Registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos **EO-RS 0020-18-150716**.

**Certifica que la empresa:**

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

Ubicada en el domicilio fiscal **Calle 03 Mz B Lt 1 Urb. Barbadillo Ate - Lima - Lima**, con **RUC 20508969512** ha contratado los servicios de nuestra representada como EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS, referente a la recolección y transporte de los siguientes residuos industriales peligrosos.


**SEDE: ATE**

**LUGAR DE RECOLECCIÓN: CALLE 03 MZ B LOTE 1**

ITEM	NOMBRE DEL RESIDUO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE RECOLECCION
01	Baldes, spray , cartón y plástico contaminados	KG	20.00	15 de diciembre 2023

Los residuos citados fueron retirados de sus instalaciones para su disposición final en el relleno de seguridad "Huaycoloro" de PETRAMÁS SAC, dentro de lo establecido en el Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo N.º 014 - 2017 MINAM, mediante registro EO-RS-0026-20-150716, ubicado en la Quebrada Huaycoloro Km.7, Distrito San Antonio, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima.

**DIACHPERU S.A.C.**

  
Julio C. Quito Aróstegui  
GERENTE GENERAL

Calle Beta Mz V Lt 7Asoc. Prop. del Parq. Industrial El Asesor Ate -Lima  
Telf.: [01] 480-2735 Cel.923196167  
RUC 20517783910

Correo: [diachperu@hotmail.com](mailto:diachperu@hotmail.com) / [compras@diachperu.com](mailto:compras@diachperu.com) / [contactenos@diachperu.com](mailto:contactenos@diachperu.com)  
Página Web: [www.diachperu.com](http://www.diachperu.com)



# CERTIFICADO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Mediante el presente documento, el suscrito, Julio Cesar Quito Aróstegui Gerente General de la empresa **DIACHPERU S.A.C** debidamente registrado ante el Ministerio del Ambiente (**MINAM**) Registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos **EO-RS 0020-18-150716**.

**Certifica que la empresa:**

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

Ubicada en el domicilio fiscal **Calle 03 Mz B Lt 1 Urb. Barbadillo Ate - Lima - Lima** con **RUC 20508969512**, ha contratado los servicios de nuestra representada como EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS, referente a la recolección y transporte de los siguientes residuos industriales peligrosos.

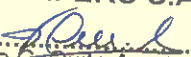
**SEDE: ATE**

**LUGAR DE RECOLECCIÓN: CALLE 03 MZ B LOTE 1**

ITEM	NOMBRE DEL RESIDUO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE RECOLECCION
01	Líquidos refrigerantes	KG	70.00	15 de diciembre 2023

Los residuos citados fueron retirados de sus instalaciones para su disposición final en el relleno de seguridad "Huaycoloro" de PETRAMÁS SAC, dentro de lo establecido en el Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo N.º 014 - 2017 MINAM, mediante registro EO-RS-0026-20-150716, ubicado en la Quebrada Huaycoloro Km.7, Distrito San Antonio, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima

**DIACHPERU S.A.C.**

  
Julio C. Quito Aróstegui  
GERENTE GENERAL

Calle Beta Mz V Lt 7Asoc. Prop. del Parq. Industrial El Asesor Ate -Lima  
Telf.: [01] 480-2735 Cel.923196167

RUC 20517783910

Correo: [diachperu@hotmail.com](mailto:diachperu@hotmail.com) / [compras@diachperu.com](mailto:compras@diachperu.com) / [contactenos@diachperu.com](mailto:contactenos@diachperu.com)

Página Web: [www.diachperu.com](http://www.diachperu.com)



# CERTIFICADO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Mediante el presente documento, el suscrito, Julio Cesar Quito Aróstegui Gerente General de la empresa **DIACHPERU S.A.C** debidamente registrado ante el Ministerio del Ambiente (**MINAM**) Registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos **EO-RS 0020-18-150716**.

**Certifica que la empresa:**

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

Ubicada en el domicilio fiscal **Calle 03 Mz B Lt 1 Urb. Barbadillo Ate - Lima - Lima** con **RUC 20508969512**, ha contratado los servicios de nuestra representada como EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS, referente a la recolección y transporte de los siguientes residuos industriales peligrosos.

**SEDE: ATE**

**LUGAR DE RECOLECCIÓN: CALLE 03 MZ B LOTE 1**

ITEM	NOMBRE DEL RESIDUO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE RECOLECCION
01	Líquidos solventes y restos pinturas	KG	1,099.00	15 de diciembre 2023

Los residuos citados fueron retirados de sus instalaciones para su disposición final en el relleno de seguridad "Huaycoloro" de PETRAMÁS SAC, dentro de lo establecido en el Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo N.º 014 - 2017 MINAM, mediante registro EO-RS-0026-20-150716, ubicado en la Quebrada Huaycoloro Km.7, Distrito San Antonio, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima

**DIACHPERU S.A.C.**

  
Julio C. Quito Arostegui  
GERENTE GENERAL

Calle Beta Mz V Lt 7Asoc. Prop. del Parq. Industrial El Asesor Ate -Lima  
Telf.: [01] 480-2735 Cel.923196167

RUC 20517783910

Correo: [diachperu@hotmail.com](mailto:diachperu@hotmail.com) / [compras@diachperu.com](mailto:compras@diachperu.com) / [contactenos@diachperu.com](mailto:contactenos@diachperu.com)

Página Web: [www.diachperu.com](http://www.diachperu.com)





# CERTIFICADO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Mediante el presente documento, el suscrito, Julio Cesar Quito Aróstegui Gerente General de la empresa **DIACHPERU S.A.C** debidamente registrado ante el Ministerio del Ambiente (**MINAM**) Registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos **EO-RS 0020-18-150716**.

**Certifica que la empresa:**

**TAMA INGENIEROS S.A.C.**

Ubicada en el domicilio fiscal **Calle 03 Mz B Lt 1 Urb. Barbadillo Ate - Lima - Lima**, con **RUC 20508969512** ha contratado los servicios de nuestra representada como **EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS**, referente a la recolección y transporte de los siguientes residuos industriales peligrosos.


**SEDE: ATE**

**LUGAR DE RECOLECCIÓN: CALLE 03 MZ B LOTE 1**

ITEM	NOMBRE DEL RESIDUO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE RECOLECCION
01	Latas de pintura	KG	9.00	15 de diciembre 2023

Los residuos citados fueron retirados de sus instalaciones para su disposición final en el relleno de seguridad "Huaycoloro" de PETRAMÁS SAC, dentro de lo establecido en el Decreto Legislativo N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo N.º 014 - 2017 MINAM, mediante registro EO-RS-0026-20-150716, ubicado en la Quebrada Huaycoloro Km.7, Distrito San Antonio, Provincia de Huarochirí y Departamento de Lima.

**DIACHPERU S.A.C.**

  
Julio C. Quito Arostegui  
GERENTE GENERAL

Calle Beta Mz V Lt 7Asoc. Prop. del Parq. Industrial El Asesor Ate -Lima

Telf.: [01] 480-2735 Cel.923196167

RUC 20517783910

Correo: [diachperu@hotmail.com](mailto:diachperu@hotmail.com) / [compras@diachperu.com](mailto:compras@diachperu.com) / [contactenos@diachperu.com](mailto:contactenos@diachperu.com)

Página Web: [www.diachperu.com](http://www.diachperu.com)



**Anexo N°9**  
**Costos de parihuelas**

TAMA INGENIEROS S.A.C.

M A T E R I A L E S									
Descripción Por equipo	Ancho (m)	Largo (m)	Cant. Unit.	Dimensión Total	Area m <sup>2</sup>	Peso Unit.	Peso Kg. Total	Costo Unit. \$	Costo Total \$
Placa base pl. 16x90x90	0.09	0.09	18	0.1 m <sup>2</sup>	0.3 m <sup>2</sup>	126 kg/m <sup>2</sup>	18.31	0.90	16.48
Tubo 2 1/2"Ø Sch 80 S/C A-53 Gr.B		0.23	18	4.1 m	1.4 m <sup>2</sup>	11 kg/m	47.24	1.25	59.05
Placa superior pl. 10x73x73	0.073	0.073	18	0.1 m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>2</sup>	79 kg/m <sup>2</sup>	7.53	0.90	6.78
Viga V4 PL. 19x76x527	0.076	0.527	18	0.7 m <sup>2</sup>	1.4 m <sup>2</sup>	149 kg/m <sup>2</sup>	107.53	0.90	96.77
Viga V5 PL. 10x50x588	0.05	0.588	16	0.5 m <sup>2</sup>	0.9 m <sup>2</sup>	79 kg/m <sup>2</sup>	36.93	0.90	33.23
Viga V6 PL. 10x50x189	0.05	0.189	48	0.5 m <sup>2</sup>	0.9 m <sup>2</sup>	79 kg/m <sup>2</sup>	35.61	0.90	32.05
Desperdicio al. %			0%					283.52	\$ -
<b>Parihuela 1.2x2.4, área 2.88 m<sup>2</sup></b>			<b>1</b>		<b>5.15</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>253.14</b>		<b>244.36</b>
							<b>87.9</b>		<b>0.965</b>
Placa de identificación			1					4.76	\$ 4.76
<b>Componentes</b>			<b>1</b>		<b>0.00</b>		<b>0</b>		<b>4.76</b>
Habilitado/Armado			1						
Consumibles CIF		2	253					0.090	\$ 22.78
Soldadura Kg. 1.5%	0		3.80					7.80	\$ 29.62
Aplicación de Pintura Ext. 4 MILS		1	5.1					3.80	\$ 19.56
<b>Consumibles de fabricación</b>			<b>1</b>						<b>71.96</b>
Mano de obra hh			50.6					4.6	\$ 232.89
<b>Mano de obra</b>			<b>1</b>						<b>232.89</b>
Otros :									
Otros			253					0.20	\$ 50.63
<b>Ingeniería &amp; Inspección</b>			<b>1</b>						<b>50.63</b>
<b>Total parihuela metálica</b>			<b>1</b>		<b>5.15</b>		<b>253.14</b>		<b>604.60</b>
									<b>2.388</b>

Se considera un costo \$/hh menor al mercado, por que la mayoría de trabajadores es oficial y ayudante



M A T E R I A L E S									
Descripción Por equipo	Ancho (m)	Largo (m)	Cant. Unit.	Dimensión Total	Area m <sup>2</sup>	Peso Unit.	Peso Kg. Total	Costo Unit. \$	Costo Total \$
Madera roble 1"x6"x8'	0.152	2.4	8	2.9 m <sup>2</sup>	5.8 m <sup>2</sup>	18 kg/m <sup>2</sup>	52.17	6.60	52.80
Madera roble 3"x4"x4'	0.076	1.2	4	0.4 m <sup>2</sup>	0.7 m <sup>2</sup>	72 kg/m <sup>2</sup>	26.34	6.00	24.00
Desperdicio al 12. %			12%					87.93	\$ 10.55
<b>Parihuela 1.2x2.4, área 2.88 m<sup>2</sup></b>			<b>1</b>		<b>6.57</b>		<b>78.51</b>		<b>87.35</b>
						<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>27.3</b>		<b>1.113</b>
Placa de identificación			1						\$ -
<b>Componentes</b>			<b>1</b>		<b>0.00</b>		<b>0</b>		<b>0.00</b>
Habilitado/Armado			1						
Consumibles CIF		1	79					0.045	\$ 3.53
Soldadura Kg. .0%	0		0.00					7.80	\$ -
Pintura m <sup>2</sup> @ MIL (DFT) Ext. (m2)			6.6					0.00	\$ -
Granallado Ext. m <sup>2</sup> SSPC-SP 5/6/10		1	0.0			78.51		0.00	
Aplicación de Pintura Ext. 4 MILS		1	0.0			78.51		3.80	\$ -
<b>Consumibles de fabricación</b>			<b>1</b>						<b>3.53</b>
Mano de obra hh			7.9					4.6	\$ 36.11
<b>Mano de obra</b>			<b>1</b>						<b>36.11</b>
<b>Otros :</b>									
Otros			79					0.20	\$ 15.70
<b>Ingeniería &amp; Inspección</b>			<b>1</b>						<b>15.70</b>
<b>Total parihuela madera</b>			<b>1</b>		<b>6.57</b>		<b>78.51</b>		<b>142.70</b>
									<b>1.818</b>

Se considera un costo \$/hh menor al mercado, por que la mayoría de trabajadores es oficial y ayudante

M A T E R I A L E S									
Descripción Por equipo	Ancho (m)	Largo (m)	Cant. Unit.	Dimensión Total	Area m <sup>2</sup>	Peso Unit.	Peso Kg. Total	Costo Unit. \$	Costo Total \$
Placa base pl. 16x90x90	0.09	0.09	18	0.1 m <sup>2</sup>	0.3 m <sup>2</sup>	126 kg/m <sup>2</sup>	18.31	0.18	3.33
Tubo 2 1/2"Ø Sch 80 S/C A-53 Gr.B		0.23	18	4.1 m	1.4 m <sup>2</sup>	11 kg/m	47.24	0.18	8.60
Placa superior pl. 10x73x73	0.073	0.073	18	0.1 m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>2</sup>	79 kg/m <sup>2</sup>	7.53	0.18	1.37
Viga V4 PL. 19x76x527	0.076	0.527	18	0.7 m <sup>2</sup>	1.4 m <sup>2</sup>	149 kg/m <sup>2</sup>	107.53	0.18	19.57
Viga V5 PL. 10x50x588	0.05	0.588	16	0.5 m <sup>2</sup>	0.9 m <sup>2</sup>	79 kg/m <sup>2</sup>	36.93	0.18	6.72
Viga V6 PL. 10x50x189	0.05	0.189	48	0.5 m <sup>2</sup>	0.9 m <sup>2</sup>	79 kg/m <sup>2</sup>	35.61	0.18	6.48
Desperdicio al. %			0%					283.52	\$ -
<b>Parihuela 1.2x2.4, área 2.88 m<sup>2</sup></b>			<b>1</b>		<b>5.15</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>253.14</b>		<b>46.07</b>
							<b>87.9</b>		<b>0.182</b>
Placa de identificación			1					4.76	\$ 4.76
<b>Componentes</b>			<b>1</b>		<b>0.00</b>		<b>0</b>		<b>4.76</b>
Habilitado/Armado			1						
Consumibles CIF		2	253					0.090	\$ 22.78
Soldadura Kg. 1.5%	0		3.80					7.80	\$ 29.62
Aplicación de Pintura Ext. 4 MILS		1	5.1			#REF!		3.80	\$ 19.56
<b>Consumibles de fabricación</b>			<b>1</b>						<b>71.96</b>
Mano de obra hh			50.6					4.6	\$ 232.89
<b>Mano de obra</b>			<b>1</b>						<b>232.89</b>
Otros :									
Otros			253					0.20	\$ 50.63
<b>Ingeniería &amp; Inspección</b>			<b>1</b>						<b>50.63</b>
<b>Total parihuela metálica</b>			<b>1</b>		<b>5.15</b>		<b>253.14</b>		<b>406.31</b>
									<b>1.605</b>

Se considera un costo \$/hh menor al mercado, por que la mayoría de trabajadores es oficial y ayudante

Señores:	TAMA INGENIEROS S.A.C		13 de Marzo de 2024	
Dirección	Calle 03 Mz. A Lt 6B Urb. Barbadillo - Ate		Tipo de Trabajo:	
Atención	Sr. R. [REDACTED]	RUC: 20508969512	Placas de Acero	
Tel.:	715-8626 / 715-8627 Anexo 180 / 946 219 948		Persona Contacto:	
Email :	[REDACTED]@tama.pe		[REDACTED]	
<b>Estimado Cliente:</b>				
<b>Por medio de la presente lo saludamos y le hacemos llegar nuestra siguiente cotización:</b>				
CANTIDAD	Und medida	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	VALOR VENTA
100	Unid	Placa de Acero Inoxidable C-304 de: 1.5 x 50 x 140 mm, Fondo natural, texto negro logo TAMA INGENIEROS grabado en bajo relieve de color AZUL DATOS EN BLANCO - esquinas semiboleadas	S/ 18.00	S/. 1800.00