GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

MSA - 209 - R-01				
N° Ficha	MC 084		VERSIÓN	V2
MOV	INF	ING	OSI	MC
Código SAP	2015061			
Orden PM04	33000805			
Plano Metro	A3000422			
Inf. Caract	Sin código			

IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

Sistema	**Estaciones Metrocable**	**Nombre**	**Piñón Plástico Z41 Recto con Caja ØExt 301**
Subsistema	**Contorno y tranferencia**		
Equipo	**Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia**		
Descripción General y Funcionamiento	Piñón (rueda dentada) fabricado en material termoplástico. Está conformado por 41 dientes, su función principal es transmitir el movimiento del reductor a los neumáticos (llantas) en los contornos de las estaciones. Se identifica por 1 cavidad de 130 Mm de diámetro por un costado y 3 perforaciones de 16.5 Mm de diámetro concéntricas en un diámetro de 95 Mm para la fijación.		
Condiciones de Trabajo	De acuerdo con las características del material, este elemento no debe estar sometido a °T por encima de los 60°C y con grandes esfuerzos para evitar deformaciones plásticas permanentes y fallas estructurales. Está sometido a cargas e impulsos moderados.		
Ambiente de Trabajo	Se encuentra bajo techo en presencia de polvo, grasa y humedad.		

CARACTERIZACIÓN DEL ELEMENTO ORIGINAL

Dimensiones Principales (Normas ISO 286 - ISO 2768-1)

	Original	Nacional		Original	Nacional	Observaciones
Diámetro Primitivo	NA	287 Mm.	**Diámetro Interior**	NA	58 H7	Medidas complementarias sobre ajustes, tolerancias, acabados, etc., para la fabricación y entrega de este elemento se deben consultar en el plano ASMECON Referencia: A3000422.
Diámetro Exterior Real	NA	301 Mm	**Altura del Diente**	NA	15.75 Mm.	
Dimensiones Caja	NA	D130x13 Mm Prof	**Angulo de Presión**	NA	20°	
Profundidad Cordal	NA	7,1	**Espesor Cordal (Ec)**	NA	11 -0.013/-0.04	
Extensión en 5 Dientes	NA	97 -0,133/-0,200	**Espesor**	41.5 Mm	41.5 Mm	
Módulo N	7	7	**N° Dientes**	41	41	
Agujeros Fij	3x16.5 Mm	3x16.5 Mm	**Otra**	NA	NA	

Ensayos Realizados - Resultados

HDT	DSC	Dureza	R. Impacto	R. Eléctrica	Otros	Normas
Compre/ Set	TGA	R. Tracción	R. a la Flexión	Alarga/ a la Rotura	M. Elástico	
DSC. Calorimetría diferencial de barrido. El material tiene un punto de fusión de 222 ºC, no presenta transiciones entre 50 y 180 ºC. Al calentar hasta 350 ºC hay transición de fusión que comienza a 170.5 ºC con un pico de fusión a 208.43 ºC, y un hombro a 200.13 ºC. Hay °T de transición a 53.13 ºC.						y ASTM 3418-99

GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

MSA - 209 - R-01				
N° Ficha	MC 084		VERSIÓN	V2
MOV	INF	ING	OSI	MC
Código SAP	2015061			
Orden PM04	33000805			
Plano Metro	A3000422			
Inf. Caract	Sin código			

IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

Sistema	**Estaciones Metrocable**	**Nombre**	**Piñón Plástico Z41 Recto con Caja ØExt 301**
Subsistema	**Contorno y tranferencia**		
Equipo	**Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia**		

TGA. El material termoplástico representa el 81.13% en peso, se descompone casi totalmente a 500 ºC. Se observa 1.21% de negro de humo que se descompone a 597 °C, un componente del 9.26% con un pico a 349.56 ºC, y otro del 6.44% con un pico a 276.59 ºC. Estos quizás son compuestos orgánicos de BPM usados como aditivos. También hay un 1.75% que se descompone casi desde °T ambiente, con un pico a 90.6 ºC; se desconoce su naturaleza; quizás se trate de un aditivo de baja estabilidad térmica.	ASTM E1131
HDT: Hay fuerte dependencia de la °T máx. de operación con el esfuerzo aplicado, por lo que no se recomienda usar la pieza en condiciones de °T > 60 ºC y altos esfuerzos, para evitar deformaciones plásticas permanentes y fallas estructurales. **Método de ensayo**: Flexión con apoyo en los extremos.	ASTM D648-82 Método A
HDT. Ensayo 1: °T de deflexión térmica 215.9 ºC. Presión aplicada: 0,455 MPa **HDT. Ensayo 2**. °T de deflexión térmica 67.9 ºC. Presión aplicada: 1.82 MPa **HDT. Ensayo 3**. °T de deflexión térmica 48.1 ºC. Presión aplicada: 3.64 MPa. El ensayo no se realizó con una condición de esfuerzo normalizada, pero representa la manera como el esfuerzo aplicado disminuye la °T de trabajo.	ASTM D648-82 Método A
Dureza: 78 Shore D **Densidad: 1.14-1.18 gr/cm^3**	D2240 ASTM D790

Análisis Químico y Metalúrgico - Propiedades Físicas

Análisis Metalográfico y/o Composición Química	**Composición química:** En un termograma se observa que el material termoplástico representa el 81,13% en peso del material, y por las propiedades mecánicas encontradas, °T de fusión detectada y la densidad medida, se encuentra que es un **Nylon 6** o una mezcla de **Nylon 66/Nylon 6** con un porcentaje alto de **Nylon 6** y propiedades mecánicas altas, cargado con 1,2 % de negro de humo para proporcionar el color negro a la pieza. Los componentes orgánicos constituyen el 15,6 % de la muestra.	
	Material Original	**Nylon 6** o una Mezcla de **Nylon 66/Nylon 6**. Material de tipo termoplástico con un porcentaje alto de **Nylon 6**.
	Tto Térmico	No se analizó
	Prot. Superficial	Ninguna
	Color	Gris o negro.

Propiedades Mecánicas y Eléctricas del Material

Concepto	Valor Obtenido	Norma	Concepto	Valor Obtenido	Norma
Resistencia a la Tracción	> 65 Mpa (69,11 N/mm2)	ASTM 638	**Módulo Elástico**	0,37 GPpa (> 500 Mpa)	NA
Alargamiento en la Rotura:	112,7 %	NA	**°T de Fusión:**	217 - 222 °C	NA

FABRICACIÓN Y ENTREGA DE PROTOTIPOS

GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

MSA - 209 - R-01				
N° Ficha	MC 084		VERSIÓN	V2
MOV	INF	ING	OSI	MC
Código SAP	2015061			
Orden PM04	33000805			
Plano Metro	A3000422			
Inf. Caract	Sin código			

IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

Sistema	**Estaciones Metrocable**	**Nombre**	**Piñón Plástico Z41 Recto con Caja ØExt 301**
Subsistema	**Contorno y tranferencia**		
Equipo	**Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia**		

Proveedor Original	**POMAGALSKI**	NA
Proveedores Locales		**Código**
Nombe	**RALVHER.** Calle 28 N° 58-28. Medellín. Teléfonos: 3174375980 - 3510365 - 3511316 - 3511823. ralvher@une.net.co; hernanalvarezvasco@gmail.com; ralvher@ralvher.com	NA
Nombre	**Industrias FAMEC Ltda.** Carrera 55 N° 29B72. Calle 29D N° 55-110. Medellín. Teléfonos: 3512244 - 4442364. nurrego@industriasfamec.com; info@industriasfamec.com	NA
Nombre	**POLYTECH.** Carrera 48 N° 65 Sur 128. Sabaneta. Teléfono: 2884468. fernandomontoya@poly-tech.com.co	NA
Nombre	**SUMICOL.** Carrera 48 Número 72 Sur 01. Sabaneta. Teléfono: 3058200. jjcadavid@sumicol.com; ganapiz@epm.net.co	NA

Material Para Fabricación	**Original**	**Nylon 6 o una Mezcla de Nylon 66/Nylon 6 cargado con 1.2% de negro de humo y aditivos orgánicos**	**Autorizado ING**
	Sustituto	**Prolon OL o Duralón.** Son alternativas disponibles en el medio. Un plástico que sustituya al material original debe tener las mismas características. Informe UdeA Ref: IF-002. Enero 25 de 2005	Agosto 20 de 2007
	Observación: El cambio del material debe estar autorizado por el Área de Ingeniería mediante documento escrito o correo de Internet, previa solicitud del fabricante. Este debe cumplir con especificaciones y obtener propiedades iguales o mejores a las del elemento original		

Tto. Térmico	**Bloqueo de absorción de humedad. Ver observación** 1 en proceso de fabricación			**SI**	**NO**
Color	**Gris o negro. No es determinante**	**Dureza**	**78 +/- 2 Shore D**	**SI**	**NO**

Capa de Protección o Recubrimiento	**Ninguna**	
	Espesor	**NA**

Condiciones de Entrega		**Cumple**	
Suministro	Deben ser empacados en cajas de cartón o madera, separados por un protector de cartón que impida rayas o imperfecciones en los dientes.	**SI**	**NO**
AlmacenamientO	En lo posible, almacenar horizontalmente apoyados en una superficie plana. Por ser un elemento termoplástico, debe permanecer en un lugar oscuro y seco para evitar degradación por efectos de la luz directa y evitar la exposición a rayos UV	**SI**	**NO**
Marcación - Identificación	Marca del fabricante en bajo relieve con N° de pedido de la solicitud del **Metro de Medellín** para asegurar la trazabilidad y el seguimiento del montaje.	**SI**	**NO**
	1. Certificación de procedencia y autenticidad del material utilizado como materia prima en la fabricación del elemento.	**SI**	**NO**
	2. Certificación del tratamiento térmico realizado por el proveedor del material.	**SI**	**NO**

GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

MSA - 209 - R-01				
N° Ficha	MC 084		VERSIÓN	V2
MOV	INF	ING	OSI	MC
Código SAP	2015061			
Orden PM04	33000805			
Plano Metro	A3000422			
Inf. Caract	Sin código			

IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

Sistema	**Estaciones Metrocable**	**Nombre**	**Piñón Plástico Z41 Recto con Caja ØExt 301**
Subsistema	**Contorno y tranferencia**		
Equipo	**Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia**		

Documentos de Calidad Exigidos Para la Recepción	3. Certificación del proceso de protección superficial elaborado por la empresa	**SI**	**NO**
	4. Certificación de los siguientes ensayos realizados para el cumplimiento de las especificaciones técnicas: 4.1 - Dureza 4.2 - Prueba de bloqueo de absorción de humedad	**SI**	**NO**
	5 - Certificación del acompañamiento metrológico de calidad durante el proceso de fabricación y **"aceptación de la metrología final"** realizada por una entidad acreditada por la SIC. **(Entregar informe en medio magnético)**. Nota: Para el cumpliimiento de esta actividad, el proveedor deberá suministrar al ente certificador, copias del plano y ficha de especificaciones técnicas.	**SI**	**NO**
	6 - Pruebas del 100% del lote solicitado.	**SI**	**NO**
	Observación: Cualquier solicitud para modificar las propiedades y características técnicas de la ficha de especificaciones técnicas y del plano, deberá ser aprobada y respaldada con el V°B° del Área de Ingeniería del **Metro de Medellín** en correo de Internet.		

Visita Empresa	**Si**	**No**	**Observaciones**	Por tratarse de una pieza de importancia funcional sometida a compresión y condiciones ambientales de intemperie, se recomienda usar materias primas de calidad. Los ensayos pueden ser realizados en la UdeA o en otra entidad que posea personal idóneo para estas actividades

Proceso de Fabricación	Torneado con alta velocidad y poco desprendimiento de viruta en el corte para evitar el recalentamiento, luego se hace el tallado de los dientes en fresadora con generación. Tener en cuenta las siguientes recomendaciones: 1 - Las distancias entre los dientes se deben garantizar en el diámetro primitivo. 2 - El perfil del diente debe cumplir con envolvente según norma para M7. (Mejor deslizamiento). 3 - Deben ser fabricados por proceso de generación para iniciar el diente y no encontrar errores de división y constancia en el paso modular. 4 - Deben ser mecanizados con los datos del cálculo y luego rebajar el diámetro exterior hasta la dimensión del diámetro real. 5 - La fabricación debe hacerse bajo plano. No sobre copiado de elementos originales 6 - Muy importante el acabado en la superficie del diente.
	Observación 1: El Nylon 6 cast se sintetiza directamente en moldes a diferencia del Nylon 66 que es extruido. Es uno de los materiales termoplásticos más higroscópicos que hay, esto es, absorbe mucha humedad. De allí se deriva la necesidad de deshidratar muy bien la resina antes del proceso de inyección, esto se logra precalentando el material en un horno durante un tiempo que depende de la cantidad de resina y la temperatura de precalentamiento; habitualmente, después de haber inyectado la pieza, se hace enfriar en agua para lograr una correcta distribución de las esferolitas, y para permitir que el material reabsorba la humedad perdida en el proceso de precalentamiento.

GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

MSA - 209 - R-01				
N° Ficha	MC 084		VERSIÓN	V2
MOV	INF	ING	OSI	MC
Código SAP	2015061			
Orden PM04	33000805			
Plano Metro	A3000422			
Inf. Caract	Sin código			

IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

Sistema	**Estaciones Metrocable**	**Nombre**	**Piñón Plástico Z41 Recto con Caja ØExt 301**
Subsistema	**Contorno y tranferencia**		
Equipo	**Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia**		

	Bloqueo de absorción de humedad. Consiste en la inmersión de la materia prima en agua durante un tiempo y a temperatura determinada, con el fin de que los elementos que se fabriquen, no presenten alteraciones en propiedades. Hay proveedores de materia prima que garantizan este proceso.

Información Ambiental y de Seguridad		Norma
Producción	Generación de residuos	NA
Transporte	Pueden utilizarse cajas de cartón en guacales amarrados de alguna estructura para prevenir el desplazamiento de los elementos.	NA
Manipulación	Utilizar guantes y botas de seguridad para prevenir caidas que puedan ocasionar aplastamiento en los dedos de los pies o las manos	NA
Protección Sobre el Medio Ambiente	Seguir lo estipulado en el procedimiento MSA 186 para la gestión integral de residuos	NA
Disposición de Deshechos	Remisión a talleres de fundición para utilización como insumo. Tener presente que su incineración pueden generar vapores tóxicos.	NA

Proceso de Homologación

Levantamiento Especificaciones Técnicas	**Elaboró**	**Fecha**	**Observaciones**	Ninguna
	Víctor A Galeano H	Junio 7 de 2005		

Homologación Definitiva	**Elaboró**	**Aprobó**	**Fecha**
	Víctor A Galeano H	Jose Rodrigo Toro	Marzo 20 de 2012
	Observaciones	Ninguna	

Modificaciones para la Ficha de Especificaciones Técnicas			Fecha
Area Solicitante	**I+D+i.**	Se actualiza valor de dureza: 78 +/- 2 Shore D Se actualiza portafolio de proveedores	Diciembre 14 de 2015

Tratamiento	**Elaboró**	**Aprobó**	**Fecha**	**VERSION**
	Víctor A Galeano H	José R Toro	Dic 15 de 2015	**V2**

Nota: Cuando un campo no se vaya a utilizar debe llenarse el espacio con NA. Si necesita ampliar información utilice anexos. **Los espacios resaltados son de estricto cumplimiento.**

Se incluyen como complemento en la presente ficha de especificaciones técnicas: Plano **Metro de Medellín** Referencia A3000422 y el Informe sobre la caracterización del material realizado por la Universidad de Antioquia.

La presente ficha de especificaciones técnicas, documentos y planos para la fabricación de este elemento, puede ser modificada por el Área de Ingeniería del Metro de Medellín en el momento que lo estime necesario, para lo cual hará la difusión y actualización respectiva de la información; sin embargo, al momento de la fabricación de los mismos, el Área solicitante deberá entregar al fabricante, la documentación vigente al momento de la adjudicación.

Este formato es propiedad del **Metro de Medellín** y para su uso exclusivo. No puede ser utilizado sin su autorización.