# GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

## Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

| MSA - 209 - R-01 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Ficha | MC 085 | | VERSIÓN | |
| | | | V1 | |
| MOV | INF | ING | OSI | MC |
| Código SAP | 2015058 | | | |
| Orden PM04 | 33007690 | | | |
| Plano Metro | A3000826 | | | |
| Inf. Caract | Sin | | | |

## IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sistema** | **Estaciones Metrocable** | **Nombre** | **Piñón Plástico Z32 Cónico ØExt 234 Mm** |
| **Subsistema** | **Contorno y tranferencia** | | |
| **Equipo** | **Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia** | | |
| **Descripción General y Funcionamiento** | Rueda dentada cónica fabricada en material termoplástico. Está conformado por 32 dientes, su función principal es transmitir el movimiento originado en el reductor a los neumáticos (llantas) en los contornos de las estaciones. Lleva 3 perforaciones de 19.5 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 ℃ por encima de los 60℃ y con grandes esfuerzos para evitar def ormaciones 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 | 224 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: A3000826. Estas son de estricto cumplimiento. |
| **Diámetro Exterior Real** | NA | 234 Mm | **Altura del Diente** | NA | 15.75 Mm. | |
| **Profundidad Cordal** | NA | 7.1 | **Angulo de Presión** | NA | 20° | |
| **Angulo del Primitivo** | NA | 1℃53´ | **Extensión 4 Dientes. Dp** | NA | 75.5 -0.133/-0.2 | |
| **Ang. Cabeza de Diente** | NA | 0℃7´ | **Espesor Cordal (Ec)** | NA | 11 -0.013/-0.040 | |
| **Módulo N** | 7 | 7 | **N°Dientes** | 32 | 32 | |
| **Agujeros Fij** | 3x16.5 Mm | 3x16.5 Mm | **Espesor** | 41.5 Mm | 41.5 Mm | |

### 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 ℃ de transición a 53.13 ºC. | | | | | | ASTM 3417-99 y ASTM 3418-99 |
| **TGA.** El termoplástico representa el 81.13% en peso del material, se descompone casi totalmente a 500 ºC. Se observa 1.21% de negro de humo que se descompone a 597 ℃, un componente del 9.26% con un pico a 349.5 6 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 descomponerse casi desde ℃ 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 ℃ máx. de operación con el esfuerzo aplicado, por lo que no se recomienda usar la pieza en condiciones de ℃ > 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 |

# GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

## Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

| MSA - 209 - R-01 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Ficha | MC 085 | | VERSIÓN | |
| | | | V1 | |
| MOV | INF | ING | OSI | MC |
| Código SAP | 2015058 | | | |
| Orden PM04 | 33007690 | | | |
| Plano Metro | A3000826 | | | |
| Inf. Caract | Sin | | | |

## IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sistema** | **Estaciones Metrocable** | **Nombre** | **Piñón Plástico Z32 Cónico ØExt 234 Mm** |
| **Subsistema** | **Contorno y tranferencia** | | |
| **Equipo** | **Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia** | | |

| | |
|---|---|
| **HDT. Ensayo 1**: ℃T de deflexión térmica 215.9 ºC. Presión aplicad a: 0,455 MPa<br>**HDT. Ensayo 2**. ℃T de deflexión térmica 67.9 ºC. Presión aplicada : 1.82 MPa<br>**HDT. Ensayo 3**. ℃T de deflexión térmica 48.1 ºC. Presión aplicada : 3.64 MPa.<br>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<br>Método A |
| **Dureza: 70 - 80 Shore D**<br>**Densidad: 1.14-1.18 gr/cm$^3$** | D2240<br>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 m edida, 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 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 ℃ | NA |

## FABRICACIÓN Y ENTREGA DE PROTOTIPOS

| | | |
|---|---|---|
| **Proveedor Original** | **POMAGALSKI** | NA |
| **Proveedores Locales** | | **Código** |
| **Nombre** | **POLYTECH (CARBOPLAST S.A)**. Cra 48 N°65 S 128 Sabaneta Ant. Teléfono: 288446 8. fernandomontoya@poly-tech.com.co; | NA |
| **Nombre** | **SUMICOL.** Carrera 48 Número 72 Sur 01. Sabaneta. Teléfono: 3058200. jjcadavid@sumicol.com | NA |
| **Nombe** | **Taller Industrial RALVHER.** Calle 29B N°54 A 16. Teléfonos: 2656589 - Fax: 23 59565. ralvher@une.net.co, hernanalvarezvasco@gmail.com; ralvher@ralvher.com | NA |
| **Nombre** | **Industrias FAMEC.** Calle 29D N°55-110. Medellín. Teléfono: 3512244. nurrego@industriasfamec.com; indfamec@une.net.co. | NA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Original** | **Nylon 6 o una Mezcla de Nylon 66/Nylon 6 cargado con 1.2% de negro de humo y aditivos orgánicos** | **Autorizado ING** |

# GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

## Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

| MSA - 209 - R-01 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Ficha | MC 085 | | VERSIÓN | |
| | | | V1 | |
| MOV | INF | ING | OSI | MC |
| Código SAP | 2015058 | | | |
| Orden PM04 | 33007690 | | | |
| Plano Metro | A3000826 | | | |
| Inf. Caract | Sin | | | |

## IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sistema** | **Estaciones Metrocable** | **Nombre** | **Piñón Plástico Z32 Cónico ØExt 234 Mm** |
| **Subsistema** | **Contorno y tranferencia** | | |
| **Equipo** | **Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia** | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Material Para Fabricación** | **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** | **70 - 80 Shore D** | **SI** | **NO** |
| **Capa de Protección o Recubrimiento** | **Ninguna** | | | | |
| | **Espesor** | **NA** | | | |

| **Condiciones de Entrega** | | **Cumple** | |
|---|---|---|---|
| **Suministro** | Pueden ser empacados en cajas de madera o cartón, separados por un protector de cartón que impida rayaduras o imperfecciones en los dientes. | **SI** | **NO** |
| **AlmacenamientO** | En lo posible, deben almacenarse horizontalmente apoyados en una superficie plana y en una zona protegida contra los rayos ultravioleta y la humedad. Por ser un plástico, debe permanecer en un lugar oscuro y seco para evitar degradación prematura por efectos de la luz directa y protegerse de la exposición a rayos UV. | **SI** | **NO** |
| **Marcación - Identificación** | Marca del fabricante en bajo relieve para asegurar la trazabilidad y el seguimiento del montaje. Debe incluir fecha de fabricación y número del lote. | **SI** | **NO** |
| **Documentos de Calidad Exigidos Para la Recepción** | 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 una empresa de reconocido prestigio en el medio. | **SI** | **NO** |
| | 3. Certificación del proceso de protección superficial elaborado por la empresa | **NA** | **NA** |
| | 4. Certificación de los siguientes ensayos realizados para el cumplimiento de las especificaciones técnicas:<br>4.1 - Dureza<br>4.2 - Prueba de bloqueo de absorción de humedad | **SI** | **NO** |
| | 5 - Certificación del acompañamiento metrológico de calidad durante el proceso de fabricación y de la **"aceptación de la metrología final"** condicionante para la aceptación del elemento; esta debe ser realizada por una entidad acreditada por la SIC. **(Entregar informe escrito y en medio magnético).**<br>**Nota**: Para el cumplimiento de esta actividad, el proveedor deberá suministrar al ente certificador, copia del plano y de la ficha de especificaciones técnicas del componente a evaluar. | **SI** | **NO** |
| | 6 - Pruebas de acuerdo con el tamaño del lote solicitado (del 100 %). De acuerdo con la norma | **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 085 | | VERSIÓN | |
| | | | V1 | |
| MOV | INF | ING | OSI | MC |
| Código SAP | 2015058 | | | |
| Orden PM04 | 33007690 | | | |
| Plano Metro | A3000826 | | | |
| Inf. Caract | Sin | | | |

## IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sistema** | **Estaciones Metrocable** | **Nombre** | **Piñón Plástico Z32 Cónico ØExt 234 Mm** |
| **Subsistema** | **Contorno y tranferencia** | | |
| **Equipo** | **Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia** | | |

**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 y procedencia certificada. Los ensayos pueden ser realizados en la UdeA o en otra entidad acreditada para evidenciar el cumplimiento de las propiedades solicitadas. |

**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 generación para inicio del diente para no encontrar errores de división y de constancia en el paso modular.
4 - Deben ser mecanizdos 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.

**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 zapatos 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 si los residuos se van a incinerar, pueden correrse riesgos de intoxicación por la emanación de vapores tóxicos. | NA |

## Proceso de Homologación

# GERENCIA DE OPERACIONES ÁREA DE INGENIERÍA

## Ficha de Especificaciones Técnicas para Fabricación y Homologación de Prototipos

| MSA - 209 - R-01 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Ficha | MC 085 | | VERSIÓN | |
| | | | V1 | |
| MOV | INF | ING | OSI | MC |
| Código SAP | 2015058 | | | |
| Orden PM04 | 33007690 | | | |
| Plano Metro | A3000826 | | | |
| Inf. Caract | Sin | | | |

## IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Sistema** | **Estaciones Metrocable** | | **Nombre** | **Piñón Plástico Z32 Cónico ØExt 234 Mm** |
| **Subsistema** | **Contorno y tranferencia** | | | |
| **Equipo** | **Motorreductor Cadencia. Transmisión de Potencia** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **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 2011 |
| | **Observaciones** | Ninguna | |

| **Modificaciones para la Ficha de Especificaciones Técnicas** | | **Fecha** |
|---|---|---|
| **Area Solicitante** | NA | Mes Dia Año |
| **Clase** | NA | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Tratamiento** | **Elaboró** | **Aprobó** | **Fecha** | **VERSION** |
| | Nombre | Nombre | Mes Dia Año | **V1** |

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 A3000826 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.