

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD



REDUCCIÓN DE COSTOS DE NO CALIDAD EN DISEÑO

TESIS que para obtener el **GRADO** de
MAESTRO EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Presenta: **JUAN PABLO TELLO IBARRA**
Profesor **DR. IGNACIO ÁLVAREZ PLACENCIA**

Tlaquepaque, Jalisco. 22 de noviembre de 2024.

Contenido

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Fundamentación del trabajo | 9 |
| 1.1. | Descripción del escenario que se planea intervenir y su contexto..... | 9 |
| 1.2. | Descripción de la problemática percibida que justifica la intervención | 19 |
| 1.2.1. | Objetivos del equipo..... | 19 |
| 1.2.2. | Resultados actuales | 20 |
| 1.2.3. | Distribución de carga de trabajo. | 23 |
| 1.3. | Validación de las condiciones del escenario | 31 |
| 1.4. | Análisis del entorno de la organización..... | 33 |
| 1.5. | Diagnóstico preliminar: primera hipótesis. | 38 |
| 1.5.1. | Ensamblados más afectados, Pareto..... | 43 |
| 1.5.2. | Ensamblados de puntas..... | 46 |
| 1.5.3. | Ensamblados de frente y tanque..... | 49 |
| 1.5.4. | Correlación OCR, CHC y complejidad | 51 |
| 1.5.5. | Nivel de experiencia de los diseñadores | 57 |
| 1.5.6. | Primera hipótesis..... | 60 |
| 1.6. | Objetivos de la intervención..... | 62 |
| 1.7. | Delimitaciones y área funcional por intervenir | 63 |
| 1.8. | Relevancia y pertinencia del trabajo | 64 |
| 2. | Marco conceptual de referencia | 65 |
| 2.1. | Estado de la cuestión..... | 65 |
| 2.2. | Conceptos y enfoques teóricos relacionados..... | 68 |
| 2.2.1. | Manufactura esbelta | 68 |
| 2.2.2. | Seis sigma esbelto..... | 69 |
| 2.2.3. | DMAIC y seis sigma esbelto | 70 |
| 2.2.4. | Acta de constitución de proyecto..... | 72 |
| 2.2.5. | Mapa de la cadena de valor VSM. | 72 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 2.2.6. | SIPOC | 73 |
| 2.2.7. | Trabajo estándar..... | 75 |
| 2.2.8. | Diagrama causa y efecto..... | 75 |
| 2.2.9. | AMEF..... | 76 |
| 2.2.10. | PDCA | 77 |
| 2.2.11. | Diseño de experimentos..... | 78 |
| 2.2.12. | Desperdicios | 78 |
| 2.2.13. | Plan de control..... | 79 |
| 3. | Marco metodológico de referencia | 80 |
| 3.1. | Errores de diseño en frentes y tanques. | 80 |
| 3.1.1. | Diagrama causa efecto. | 81 |
| 3.1.2. | Diagrama de árbol errores de frente y tanque. | 84 |
| 3.1.3. | AMEF frente y tanque..... | 86 |
| 3.1.4. | Acciones de mejora y matriz de prioridades | 91 |
| 3.2. | Errores de diseño de puntas..... | 94 |
| 3.2.1. | Diagrama de árbol errores de puntas | 95 |
| 3.2.2. | AMEF ensamble de puntas..... | 97 |
| 3.3. | AMEF recalculado y plan de acción | 100 |
| 4. | Estrategia de intervención | 103 |
| 4.1. | Recursos..... | 103 |
| 4.2. | Acciones de mejora | 105 |
| 4.2.1. | Geometría espacial en modelos 3d | 105 |
| 4.2.2. | Líneas de nivel de aceite y límite de tanque en dibujo de ensamble | 109 |
| 4.2.3. | Documentación de proceso para frentes y tanques | 112 |
| 4.2.4. | Herramienta de diseño para puntas de bajo voltaje..... | 115 |
| 4.2.5. | Dibujo de referencia para ensamblajes de punta de alto voltaje..... | 118 |
| 4.2.6. | Modificaciones adicionales al proceso de diseño. | 122 |
| 5. | Hallazgos y etapa de control | 125 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.1. | Indicadores de rendimiento y resultados..... | 125 |
| 5.1.1. | FPY y entrega a tiempo..... | 125 |
| 5.1.2. | AMEF al cierre de las acciones | 128 |
| 5.2. | Documentación y herramientas..... | 130 |
| 5.3. | Capacitación | 134 |
| 5.4. | Plan de control..... | 135 |
| 6. | Discusión final | 136 |
| 7. | Bibliografía | 141 |
| 8. | Glosario | 145 |

Índice de siglas

TOG: Trabajo de Obtención de Grado

IDI: Investigación, Desarrollo e Innovación

PTI: Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales.

ITESO: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

Índice de tablas

| | | |
|------------------------|--|----|
| Ilustración 1. | Organigrama equipo de ingeniería..... | 10 |
| Ilustración 2. | Diagrama de proceso..... | 13 |
| Ilustración 3. | Mapa de cadena de valor..... | 18 |
| Ilustración 4. | Árbol de CTQ. | 20 |
| Ilustración 5. | Tabla de métricos..... | 21 |
| Ilustración 6. | FPY mensual inicial..... | 22 |
| Ilustración 7. | Errores de ingeniería y unidades afectada..... | 23 |
| Ilustración 8. | Unidades producidas..... | 25 |
| Ilustración 9. | Unidades producidas por diseño. | 26 |
| Ilustración 10. | Capacidad contra carga de trabajo. | 27 |
| Ilustración 11. | Unidades afectadas por complejidad..... | 28 |
| Ilustración 12. | Métrico de calidad por planta..... | 29 |



| | |
|---|-----|
| Ilustración 13. Project charter..... | 30 |
| Ilustración 14. SIPOC..... | 32 |
| Ilustración 15. FODA..... | 34 |
| Ilustración 16. FODA Estrategias..... | 37 |
| Ilustración 17. Clasificación de errores..... | 39 |
| Ilustración 18. 8D..... | 41 |
| Ilustración 19. Errores por impacto..... | 42 |
| Ilustración 20. Pareto planta B..... | 44 |
| Ilustración 21. Oportunidades de mejora en cadena de valor..... | 45 |
| Ilustración 22. Pareto ambas plantas..... | 46 |
| Ilustración 23. Modos de falla puntas..... | 47 |
| Ilustración 24. Proceso de diseño usando la herramienta de puntas..... | 48 |
| Ilustración 25. Modos de falla en tanques y frentes..... | 49 |
| Ilustración 26. Proceso de diseño para frente y tanque..... | 50 |
| Ilustración 27. OCR por nivel de complejidad..... | 52 |
| Ilustración 28. OCR y CHC por nivel de complejidad..... | 54 |
| Ilustración 29. OCR y CHC en unidades con errores por complejidad..... | 55 |
| Ilustración 30. Gráfica chi cuadrada..... | 56 |
| Ilustración 31. Prueba de hipótesis en Minitab..... | 57 |
| Ilustración 32. Matriz de experiencia..... | 60 |
| Ilustración 33. Mapa de la problemática..... | 61 |
| Ilustración 34. Ejemplo SIPOC..... | 74 |
| Ilustración 35. Ejemplo Ishikawa..... | 76 |
| Ilustración 36. Ishikawa específico del proyecto..... | 82 |
| Ilustración 37. Diagrama causa raíz..... | 83 |
| Ilustración 38. Diagrama de árbol frente y tanque..... | 85 |
| Ilustración 39. AMEF generación de BOM..... | 87 |
| Ilustración 40. AMEF elaboración de dibujos..... | 88 |
| Ilustración 41. AMEF elaboración de modelos 3d..... | 89 |
| Ilustración 42. AMEF modelos 3d..... | 90 |
| Ilustración 43. Modos de falla con mayor índice de riesgo..... | 91 |
| Ilustración 44. Matriz de prioridades..... | 93 |
| Ilustración 45. Pareto de acciones de mejora..... | 94 |
| Ilustración 46. Pareto de acciones de mejora contra incidencias de los últimos 12 meses. Fuente: elaboración propia..... | 94 |
| Ilustración 47. Diagrama de árbol ensambles de puntas..... | 96 |
| Ilustración 48. AMEF ensambles de puntas parte 1..... | 98 |
| Ilustración 49. AMEF ensambles de puntas parte 2..... | 99 |
| Ilustración 50. AMEF para frente y tanque, con acciones de mejora..... | 100 |
| Ilustración 51. AMEF para ensambles de puntas con acciones de mejora..... | 101 |
| Ilustración 52. Gantt..... | 102 |
| Ilustración 53. Tablero PDCA..... | 105 |
| Ilustración 54. Modelo 3d para análisis, antes..... | 108 |
| Ilustración 55. Modelo 3d para análisis, después..... | 109 |
| Ilustración 56. Dibujo sin líneas de límite..... | 112 |
| Ilustración 57. Dibujo con líneas de límite..... | 112 |
| Ilustración 58. Estándar de diseño..... | 115 |
| Ilustración 59. Herramienta de diseño para puntas..... | 118 |
| Ilustración 60. Dibujo de referencia para conexiones de puntas de alto voltaje. Fuente: elaboración propia..... | 122 |
| Ilustración 61. Mapa de cadena de valor final..... | 124 |
| Ilustración 62. FPY Final..... | 126 |



| | |
|--|-----|
| Ilustración 63. OTD 2022. | 127 |
| Ilustración 64. OTD 2023. | 128 |
| Ilustración 65. OTD 2024. | 128 |
| Ilustración 66. AMEF final, ensambles de puntas. | 129 |
| Ilustración 67. AMEF final, frentes y tanques. | 130 |
| Ilustración 68. Procedimiento de ingeniería mostrando actualizado. | 131 |
| Ilustración 69. Poka-yoke en herramienta de diseño. | 133 |
| Ilustración 70. Alerta visual en herramienta de diseño. | 133 |
| Ilustración 71. Matriz de entrenamiento. | 134 |
| Ilustración 72. Plan de control. | 135 |

Índice de gráficos

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. TAKT | 24 |
| Tabla 2. Capacidad de diseño actual. | 24 |
| Tabla 3. Capacidad semanal. | 25 |
| Tabla 4. Tabla de incidencias para diseños sin errores. | 53 |
| Tabla 5. Tabla de incidencias para diseños con errores. | 54 |
| Tabla 6. Errores y nivel de experiencia. | 58 |
| Tabla 7. Cronograma análisis frentes y tanques. | 81 |
| Tabla 8. Cronograma ensambles de puntas. | 95 |
| Tabla 9. Asignación de recursos para la ejecución de acciones de mejora. Fuente: elaboración propia. | 104 |
| Tabla 10. Cronograma ensamble 3d. | 107 |
| Tabla 11. Cronograma dibujo de ensamble de frentes. | 110 |
| Tabla 12. Cronograma documento de estándar de diseño. | 113 |
| Tabla 13. Cronograma de actividades para creación de documento de estándar de diseño para proceso de diseño de frentes y tanques. Fuente: elaboración propia. | 114 |
| Tabla 14. Cronograma herramienta de puntas de diseño. | 117 |
| Tabla 15. Cronograma de actividades dibujo de referencia. | 120 |

Abstract

El presente proyecto se origina ante la necesidad de cumplir una meta de calidad retadora en un equipo de diseño ingenieril para una empresa de manufactura para el sector eléctrico. El área de ingeniería enfrenta la demanda de entregar proyectos de reducción de costos en todas las etapas del proceso. Desde el departamento de diseño se decidió atacar este reto reduciendo el costo de la no calidad: presentando ahorros reduciendo merma, retrabajo y retrasos en producción originados por errores de diseño.

Después de un par de años de quedar cortos en resultados contra las metas de calidad que demanda la gerencia de las plantas soportadas por este equipo, se decidió atacar los problemas de calidad con una metodología más formal, DMAIC y utilizando el modelo de calidad de Seis Sigma.

Contando con el apoyo de la supervisión y gerencia del equipo se nos dio libertad de usar los recursos y el tiempo del equipo para investigar, recabar datos, analizar y proponer cambios al proceso y a las herramientas utilizadas por los diseñadores para hacer su trabajo.

En este proyecto se describen los hallazgos en todas las etapas de la metodología DMAIC aplicadas al área intervenida. La definición de la situación inicial en el mapa del proceso y la identificación de los métricos críticos para la calidad. La medición de los resultados actuales y los análisis estadísticos de estos mismos datos. La selección de los problemas a atacar en la etapa de análisis. El plan de acción para implementar las medidas correctivas al igual que el nuevo mapa de proceso. Y finalmente la verificación de resultados en conjunto con el plan de control para asegurar el mantenimiento de la nueva actualidad.

Palabras clave

Seis sigma esbelto, DMAIC, Calidad en diseño, Mapa de cadena de valor, Diseño ingenieril.

Prefacio

“Mi habilidad de obtener resultados sobresalientes está limitada por mi capacidad de aprender, y uno solo puede aprender en el contexto de buenas relaciones. Cada una, cada día”

(Michael Balle y Freddy Balle, 2014, p. 204)

Agradecimientos

A mi familia, por ser mi motivación siempre.

REDUCCIÓN DE COSTOS DE NO CALIDAD EN DISEÑO

1. Fundamentación del trabajo

1.1. Descripción del escenario que se planea intervenir y su contexto

La empresa por intervenir pertenece al sector eléctrico. La división se dedica al diseño y manufactura de componentes enfocados a la distribución eléctrica. La visión de la empresa pone fuerte énfasis en proveer productos eficientes y confiables, esto es vital por la aplicación del producto. Se busca entregar resultados financieros atractivos para los inversionistas, pero sin traicionar los valores de la empresa que le dan importancia al desarrollo de los empleados, al soporte a las comunidades, al compromiso con el medio ambiente y la seguridad.

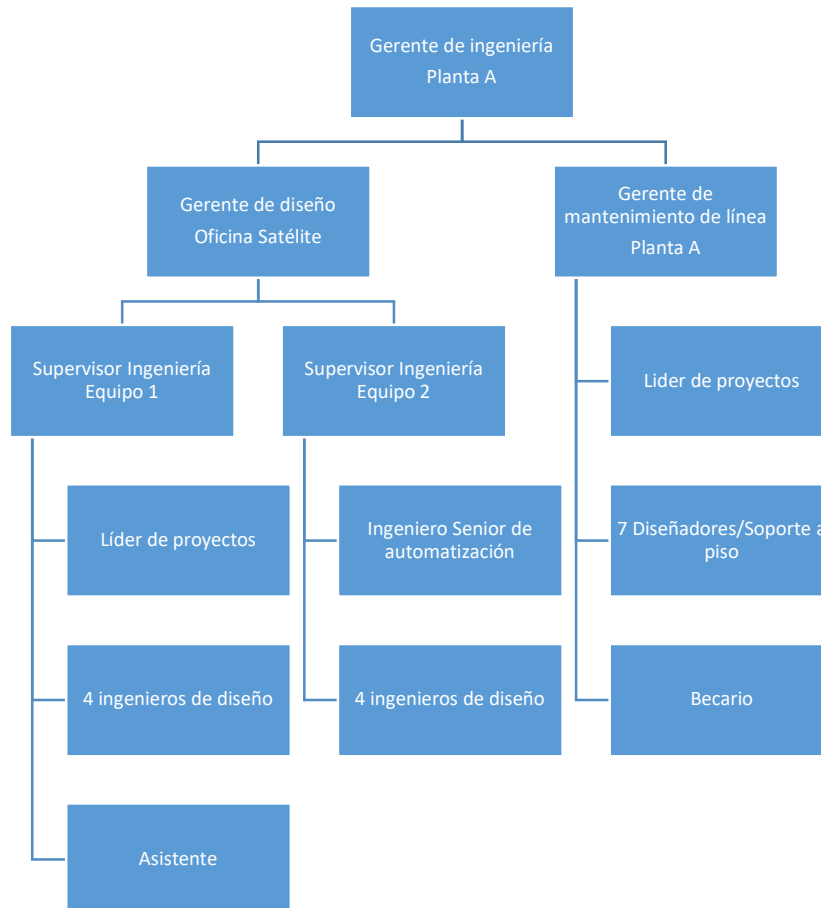
Esto se puede enumerar como los siguientes objetivos estratégicos:

- Ser la primera opción como proveedor para nuestros clientes.
- Hacer el trabajo atractivo y realizador para nuestros empleados.
- Fortalecer nuestras comunidades.
- Garantizar la salud y seguridad de nuestros empleados.
- Ser un modelo de inclusión.
- Proteger activamente el medio ambiente.

Este proyecto se limita a una sola línea de producto que abarca el 45% de las ganancias netas de la rama de productos. Estos equipos son construidos en dos plantas localizadas en EUA, donde cada planta maneja una diferente mezcla de productos, pero comparten prácticas de

manufactura. El departamento de diseño que da soporte a estas plantas se encuentra repartido en 3 sitios y está conformado como muestra la **Ilustración 1**.

Ilustración 1. Organigrama equipo de ingeniería.



Nota: Organigrama del equipo de ingeniería a la fecha de inicio del proyecto. Fuente: elaboración propia.

Las responsabilidades del departamento de diseño son las siguientes:

- Creación de billetes de materiales, dibujos y toda la información necesaria para la manufactura de las unidades. El mantenimiento de esta información también es responsabilidad del equipo.



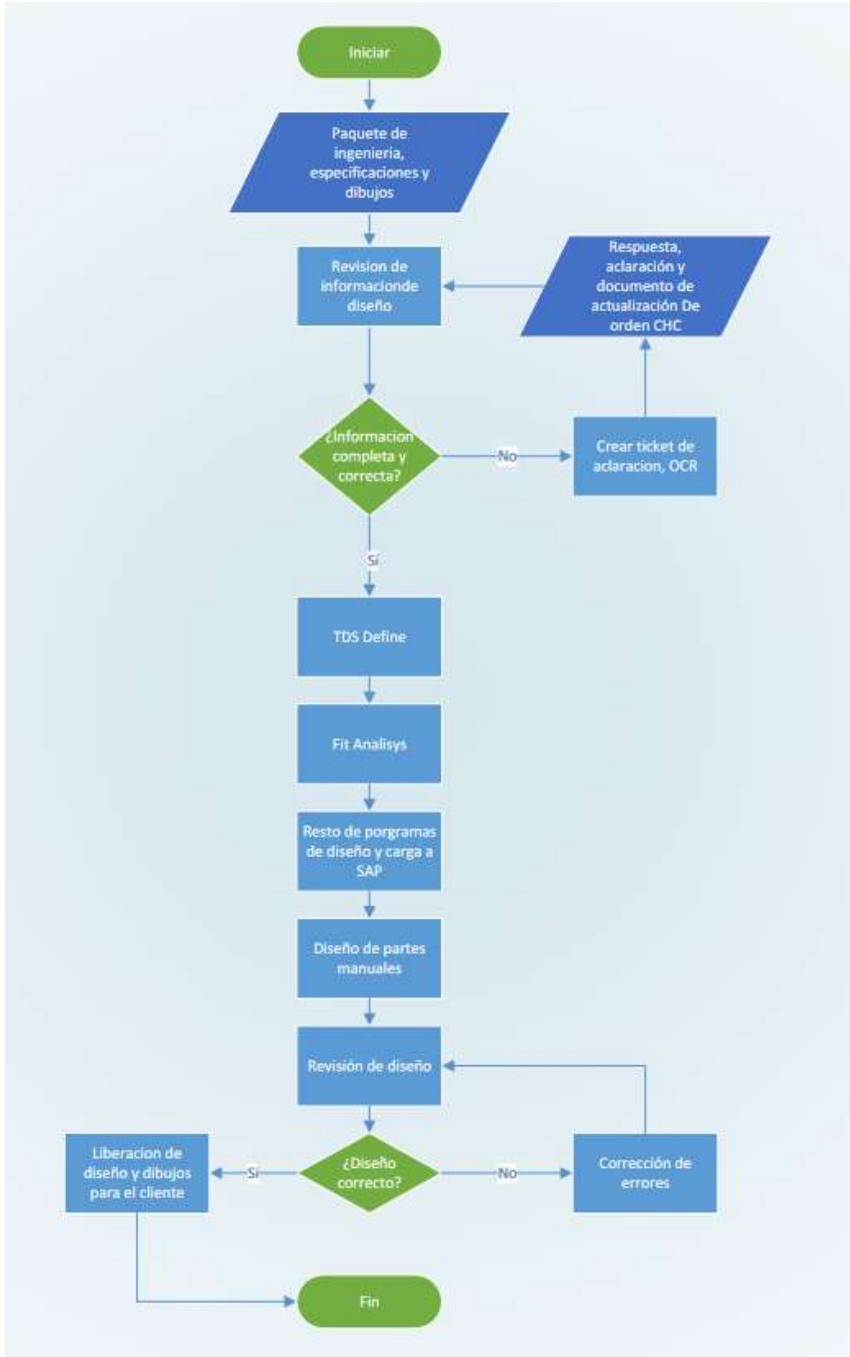
- Definición y documentación de reglas de diseño.
- El equipo controla el alcance de la línea del producto aprobando o no la introducción de nuevos accesorios o requerimientos.
- Soporte a línea de producción de cualquier tema relacionado con el diseño del producto. Esto abarca problemas de calidad; proyectos de reducción de costo o aumento de productividad a través del diseño; solución de problemas de cadena de suministro proporcionando materiales alternativos; y finalmente solución de problemas de manufactura desde la perspectiva de diseño.
- Soporte técnico al departamento de atención a clientes proporcionando información del producto para ser compartida con el cliente. También se atiende la necesidad de cambios del diseño requeridos por el cliente en cualquier etapa del proceso (previo a aprobación, previo a producción y durante producción).
- Soporte técnico en la resolución de problemas de garantías. Investigación y análisis de resolución de problemas para resolver fallas en campo. Elaboración de kits de materiales e instrucciones para reparación. Así como en el análisis de causas raíz y aplicación de medidas de contención cuando el problema tuvo origen en un error de diseño; y finalmente implementación de acciones de mejora y contramedidas. Se utiliza la metodología 8D para este análisis y para dar seguimiento a la implementación de acciones correctivas.

Para dar soporte a la línea de producto el departamento entregó 3372 diseños durante el 2022. Los diseños se dividen en trabajos “Approval” los cuales se llevan hasta el punto donde se le

puede presentar dibujos del producto final al cliente para que tome la decisión de ordenar la unidad y proponer cambios de ser necesario; el otro tipo de diseño se le denomina “Record” y en este caso se envían dibujos al cliente y se libera toda la información necesaria para que la unidad entre a producción. Estos últimos son proyectos que tienen reservados espacios en el calendario de producción. Un retraso en la liberación de la información de manufactura en estos casos detona la necesidad de ajustar el calendario de producción. Pasada la fecha especificada para liberar el diseño, no se puede garantizar que los materiales estén a tiempo para llevar a cabo la manufactura del producto.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de diseño, **Ilustración 2**.

Ilustración 2. Diagrama de proceso.



Nota: Diagrama actual del proceso general de diseño. Fuente: elaboración propia.

Descrito paso a paso, el proceso lleva el siguiente orden: El equipo de ventas introduce una nueva orden de compra al sistema. La orden está conformada por una cotización con un listado de requerimientos acordados con el cliente; en este paso el sistema automatizado de cotización realiza una optimización basada en los valores de rendimiento y las características de operación del equipo acordados con el cliente, este cálculo define el precio base de la unidad y genera automáticamente las características del elemento central del producto. A este programa se le llama TDS-OPT. El departamento de diseño trabajara alrededor del elemento seleccionado por la optimización, acomodando en el contenedor de la unidad todos los demás requerimientos listados en la cotización. De ser necesario se adjuntan dibujos adicionales y documentos de especificación del cliente para completar la información necesaria para que el departamento de diseño realice su labor.

A cada unidad se le asigna un número de catálogo, toda la información se consolida en lo que es conocido como el paquete de ingeniería y al catálogo se le asigna un nivel de complejidad basado en la lista de requerimientos. El nivel de complejidad permite distribuir la carga entre los diseñadores con diferentes niveles de experiencia y también permite nivelar la carga semanal para mantener una mezcla balanceada de todos los tipos de complejidad.

El programador de producción busca diariamente las órdenes nuevas y les asigna una fecha de entrega dependiendo del tipo de trabajo. Se manejan dos tipos de proyectos: Record se le llama a un proyecto que ya tiene asignada una fecha de producción y que ya está preaprobado por el cliente, el diseño se libera directamente a producción; approval es un proyecto donde se envían dibujos de la unidad al cliente para recibir aprobación antes de liberar el diseño a

producción. A los diseños record se les asigna una fecha de entrega de diseño 10 semanas antes de la fecha de inicio de producción para dar tiempo a que lleguen los materiales a la fábrica; A los diseños approval se les asigna el siguiente espacio de diseño disponible que normalmente suele estar dentro de las siguientes dos semanas después de que se entregó la orden. Un diseño record en cambio puede esperar meses antes de ser diseñado ya que el calendario de producción está prácticamente reservado por todo un año o más.

A los diseñadores se les asigna carga de trabajo semanal. Dependiendo de su nivel de experiencia pueden recibir de 2 a 5 órdenes por semana. Los diseños están clasificados en 4 niveles de complejidad, del 1 al 4 en función de los requerimientos cotizados y son asignados de acuerdo con el nivel de experiencia del diseñador, también se considera el plan de desarrollo cuando se decide asignar algo más complejo. La carga semanal se calcula en función de los diseñadores disponibles y el promedio de complejidad que manejan. De esta forma se asegura que la carga estará balanceada de acuerdo con los recursos disponibles.

Los listados de material deben ser liberados en la semana programada para que la semana siguiente se generen las órdenes de compra y la información de rutas de manufactura.

El primer paso del diseño es revisar que todos los documentos del paquete de ingeniería cuadren y sean viables. Es decir, que se haya cotizado todo lo que se encuentre en las especificaciones y dibujos del cliente; y que lo ordenado no genere ningún conflicto de diseño ya sea mecánico, eléctrico o de seguridad. Si se encuentran discrepancias o incongruencias el diseño se detiene, se levanta un reporte al departamento de ventas para obtener una clarificación. 10% de los diseños terminan detenidos esperando clarificaciones, 75% de estos

reportes son resueltos en el primer mes, el resto puede tomar 3 meses o más antes de que queden todas las dudas aclaradas.

El proceso de diseño inicia usando una herramienta automatizada que tiene la capacidad de entregar un diseño completo con requerimientos básicos. El equipo de automatización de diseño trabaja en extender la cantidad de requerimientos incluidos en el programa para poder atender de manera ágil y sin errores la mayor cantidad de diseños. Actualmente el 40% de los diseños salen del programa y requieren muy poco trabajo de parte del diseñador, simplemente una validación antes de liberar a producción.

Para el resto de las unidades dependiendo de la complejidad el trabajo puede abarcar las siguientes operaciones.

- Interacción manual con la interfaz de diseño para obtener resultados específicos.
- Definición manual de la disposición de los componentes ajenos a la interfaz de diseño.
- Ajuste manual de elementos creados por la interfaz de diseño. Ajustes en listado de materiales o dibujos.
- Creación de componentes, dibujos, ensambles y modelos especiales.
- Análisis, investigación y definición de reglas de diseño para accesorios y requerimientos nuevos.

Al final del proceso de diseño el ingeniero es responsable de asegurar que toda la información para producción esté completa y correcta. No se tiene un proceso de aprobación donde alguien más revise el diseño antes de entregarlo a producción. Como medida provisional para

mejorar los resultados de calidad se eligen semanalmente algunos diseños para ser revisados en una sesión de chequeo cruzado, pero esto cubre apenas el 10% de los diseños en el mejor de los casos.

El diseñador también entrega un paquete de dibujos para ser enviado al cliente y que sea aprobado por el mismo o simplemente para que conozca el diseño final en caso de estar preaprobado.

El mapa de la cadena de valor muestra el proceso de manera más detallada. Este incluye las operaciones secundarias necesarias para la administración de la carga de trabajo. Véase la **Ilustración 3**.

1.2. Descripción de la problemática percibida que justifica la intervención

1.2.1. Objetivos del equipo

Como equipo de ingeniería el objetivo principal es dar soporte para que las fábricas logren sus metas financieras. Para encaminar los esfuerzos a las actividades importantes es necesario identificar que métricos son más relevantes para lograr los resultados. Para los objetivos del área es importante identificar que es crítico para la calidad de los diseños. Realizando un diagrama de árbol CTQ, se pueden resaltar que métricos son críticos para la calidad. Véase

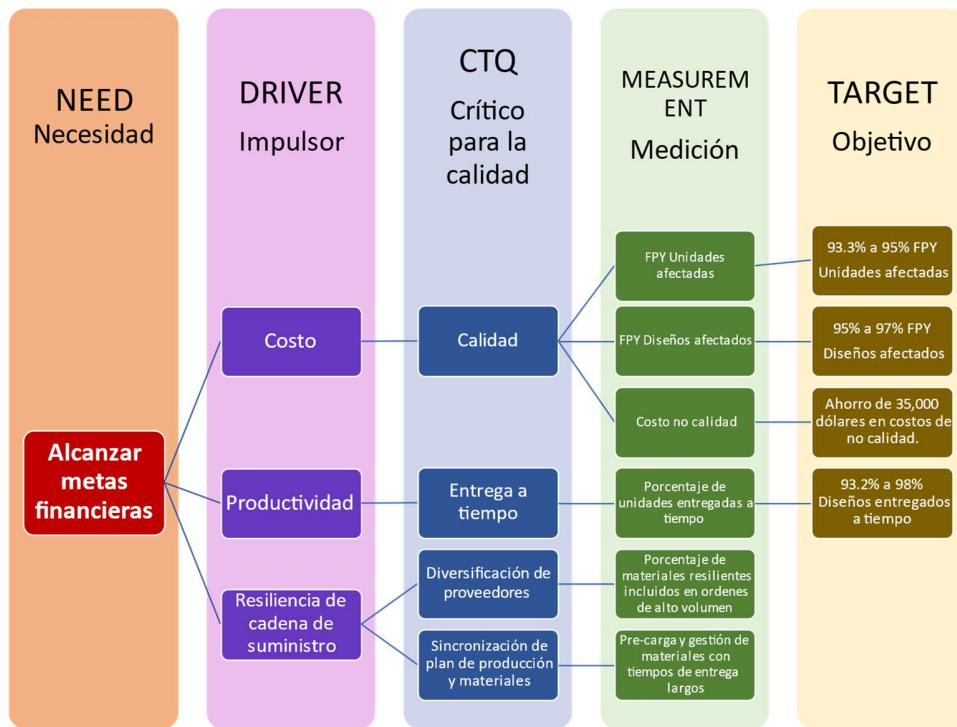
Ilustración 4.

Principalmente se identifican los métricos de calidad y entrega a tiempo del equipo como las directivas principales. También se identifica una oportunidad para definir métricos nuevos para una necesidad emergente de la empresa causada por el actual colapso de la cadena de suministro mundial, sin embargo, se dejará esa línea fuera del proyecto ya que involucra otras áreas que no forman parte de nuestro proyecto.

En los métricos de calidad identificamos el FPY de unidades afectadas, es decir cuántos números de serie en producción fueron afectados por errores de diseño. Luego tenemos el FPY de diseño, este es el resultado de detección de errores en diseño antes de inicio de producción; esto surge de las sesiones de chequeo cruzado y de la comunicación en el equipo de alertas de calidad o buenas prácticas de diseño. Ligado a los métricos anteriores se encuentra el costo de la no calidad, este actualmente es un valor estimado del impacto económico en retrabajos debido a los errores de diseño. El cuarto métrico identificado es la entrega a tiempo de diseños, esto abarca diseños record y approval; En el caso de los diseños

record, no entregar a tiempo puede afectar el calendario de producción y poner en riesgo la llegada a tiempo de materiales y finalmente la entrega a tiempo de las unidades a los clientes.

Ilustración 4. *Árbol de CTQ.*



Nota: *Árbol de CTQ (Críticos para la calidad) definidos en la condición actual al inicio del proyecto de acuerdo a los objetivos del equipo. Fuente: elaboración propia.*

1.2.2. Resultados actuales

Los métricos actualmente son monitoreados mensualmente y pueden fragmentarse por equipo e incluso por diseñador. El documento donde se registra está disponible para consulta de cualquier miembro del equipo en cualquier momento. El tablero muestra los resultados actuales y los compara con la meta definida para el año al igual que el resultado del año anterior. Los métricos también están acompañados de los valores utilizados para calcular los resultados, por ejemplo: Total de unidades producidas en el año contra el total de unidades

afectadas. Las unidades afectadas las separa en bajo y alto impacto con el objetivo de enfocarse principalmente a los problemas que afecten más a piso de producción. También se separan en errores de programa y errores del diseñador; ambos necesitan acciones correctivas, pero solo los segundos son considerados para el performance individual. Los otros valores reportados son la cantidad y tipo de diseños completados. Se reporta cuantos están a tiempo y cuantos no para calcular el métrico de entrega a tiempo OTD. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Ilustración 5. Tabla de métricos.

| STATUS | TARGET | QUALITY | | | |
|------------------|--------|---------------------------------|------|------|--|
| FPY PRODUCTION | | AFFECTED UNITS | | | |
| 2023 | GOAL | | 2023 | 2022 | |
| 96.0% | 94.2% | MANUAL LOW IMPACT | 32 | 0 | |
| | | MANUAL HIGH IMPACT | 0 | 0 | |
| | | AUTOMATED LOW IMPACT | 3 | 0 | |
| LAST YEAR RESULT | | AUTOMATED HIGH IMPACT | 1 | 0 | |
| 93.3% | | TOTAL | 36 | 0 | |
| FPY DESIGN | | ENGINEERING REVIEWS | | | |
| 2023 | GOAL | | 2023 | 2022 | |
| 95.8% | 95.5% | MANUAL | 11 | N/A | |
| | | AUTOMATED (DONT COUNT FOR GOAL) | 1 | N/A | |
| LAST YEAR RESULT | | | | | |
| N/A | | | | | |

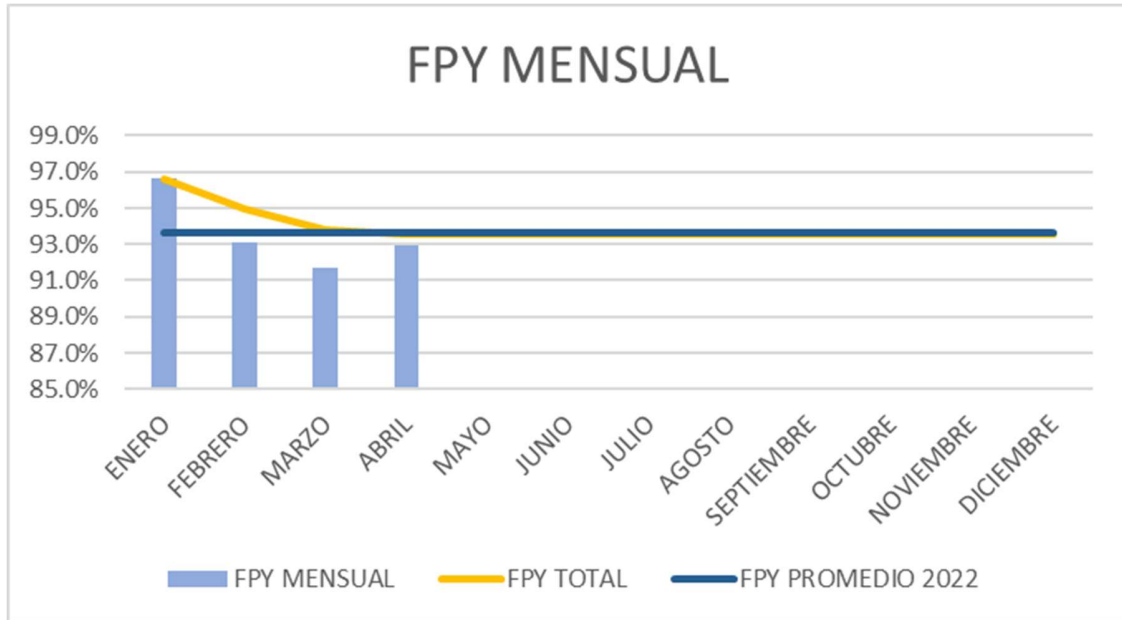
| STATUS | BELOW TARGET | PRODUCTIVITY | | | |
|------------------|--------------|---------------------------------|-------|------|--|
| ON TIME DELIVERY | | ON TIME RELEASE (DUE THIS YEAR) | | | |
| 2023 | GOAL | | 2023 | 2022 | |
| 91.9% | 95.0% | DESIGNS ON TIME | 373 | 2954 | |
| | | DELAYED DESIGNS | 33 | 213 | |
| | | DESIGN OUTPUT | 2023 | 2022 | |
| | | DESIGNS COMPLETED | 419 | 3372 | |
| | | RECORD | 265 | 1661 | |
| | | APPROVAL | 154 | 1711 | |
| LAST YEAR RESULT | | DESIGNS PER MONTH | 104.8 | 0.00 | |
| 93.27% | | COMPLEXITY AVERAGE | 1.9 | 0.00 | |
| | | UNITS BUILT | 903 | 0.95 | |

Nota: Tablero de métricos. En él se muestra el estado actual de resultados del equipo y se muestran valores comparados contra la meta del año y los resultados del año anterior. Fuente: elaboración propia.

Los resultados de unidades afectadas son reportados a piso de producción mensualmente,

Ilustración 6. Cuando el equipo se aleja de las metas debe presentar acciones correctivas y en el caso de errores de alto impacto se deben hacer análisis profundos utilizando la metodología de 8D. Se lleva registro de todos estos análisis y de las acciones correctivas ejecutadas.

Ilustración 6. *FPY mensual inicial.*

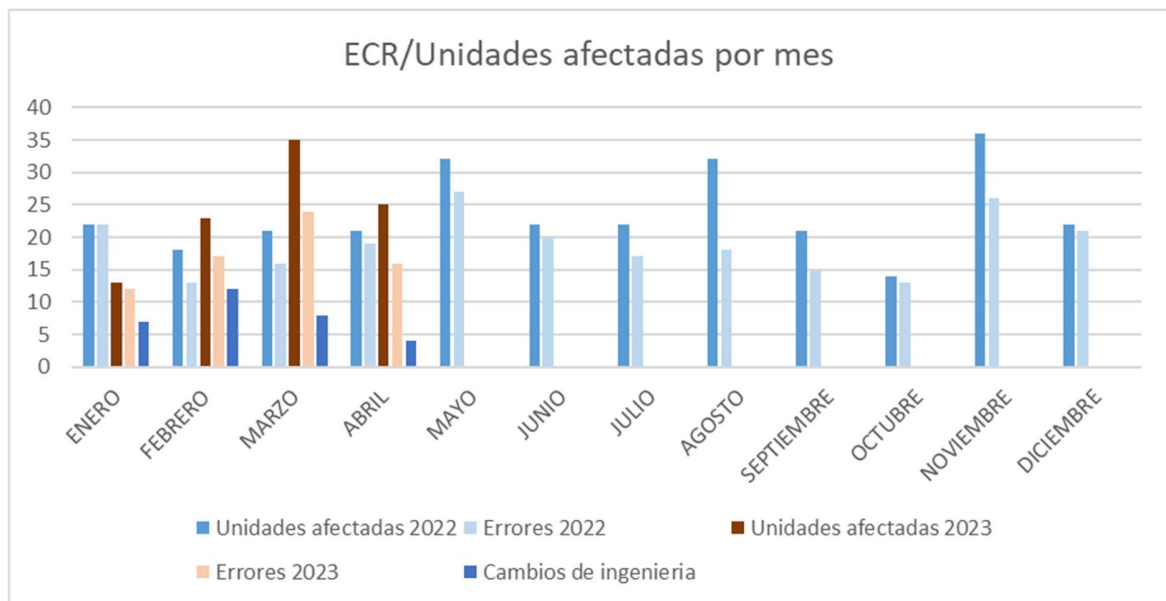


Nota: *Porcentaje de unidades afectadas mensual reportado a piso de producción. Fuente: elaboración propia*

A diferencia de años anteriores, este año se busca reducir todo tipo de cambios de ingeniería una vez liberado un diseño. Esta decisión se tomó porque, aunque un cambio de ingeniería ejecutado antes de que la unidad llegue a piso de producción no representa el mismo impacto que el de un error detectado por los operadores durante la manufactura del producto, si se tiene un costo administrativo que es solventado por todas las áreas de soporte a manufactura que requieren actualizar su información. El cálculo inicial del costo de implementar cambios de ingeniería en unidades liberadas es de aproximadamente 500 dólares en promedio. Este costo considera el tiempo de trabajo del equipo de ingeniería, el tiempo de las áreas administrativas para actualizar la información de producción y el promedio de los costos de retrabajo en piso de producción.

En la **Ilustración 7** se muestran los cambios de ingeniería registrados en el 2022 en comparativa con lo que se lleva del 2023 incluyendo revisiones de ingeniería sin impacto directo a piso de producción.

Ilustración 7. Errores de ingeniería y unidades afectada.



Nota: Cantidad de errores de ingeniería y unidades afectadas por mes para el 2022 y 2023. Fuente: elaboración propia.

1.2.3. Distribución de carga de trabajo.

La carga de trabajo se balancea considerando el nivel de complejidad de los diseños. A cada nivel se le asigna un rango de tiempo promedio para ser completado. Este valor estimado se calcula y actualiza periódicamente.

Tabla 1. Se monitorea el promedio de complejidad de las órdenes que procesa cada diseñador. Este valor se actualiza anualmente con el promedio de las órdenes totales del año anterior. El promedio de complejidad también sirve para monitorear el progreso de un diseñador en su desarrollo técnico.

Tabla 1. TAKT

| Nivel de complejidad | Horas de diseño TAKT |
|----------------------|----------------------|
| 1 | 1.5 |
| 2 | 7 |
| 3 | 14 |
| 4 | 20 |

Nota; Horas de diseño clasificadas por nivel de complejidad. Fuente: elaboración propia.

Con el staff actual se tiene la capacidad de diseño que se muestra en la **Tabla 2**. Cabe mencionar que las horas de una complejidad alta se pueden transferir a complejidades menores, pero no de manera inversa. Esa capacidad de ajuste se utiliza para calibrar la admisión de órdenes por semana con la demanda del mercado.

Tabla 2. Capacidad de diseño actual.

| Capacidad semanal de diseño por complejidad | 1 | 2 | 3 | 4 | Total |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Equipo 1 | | 16 | 11 | 112 | 139 |
| Equipo 2 | | 54 | 32 | 22 | 108 |
| Equipo 3 | 36 | | | 7 | 43 |
| Equipo 4 | | 77 | 59 | 54 | 189 |
| Total | 36 | 146 | 101 | 194 | 478 |

Nota: Distribución de la capacidad de diseño por equipo y complejidades. Fuente: elaboración propia.

Esta información se utiliza para calcular la cantidad de diseños que se pueden aceptar semanalmente. Los programadores utilizan esta información para asignar fechas para la entrega del diseño, así como para la producción de las unidades. Actualmente esta es la cantidad de órdenes que se programan semanalmente, **Tabla 3**:

Tabla 3. Capacidad semanal.

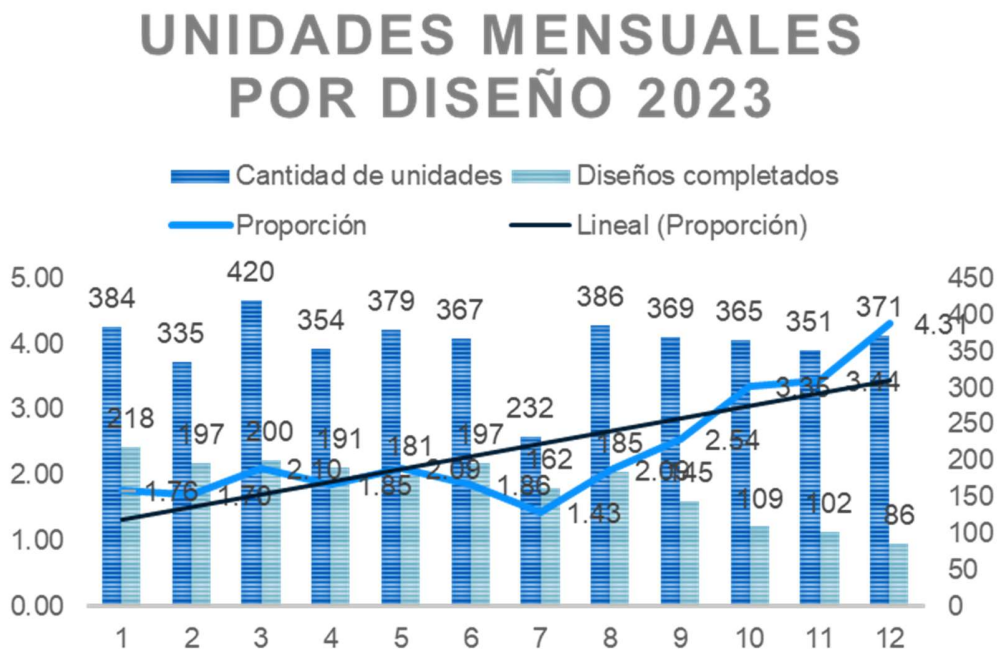
| Complejidad | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| Capacidad diaria | 5.8 | 5.5 | 2.6 | 1.6 |
| Capacidad semanal | 24 | 21 | 10 | 8 |

Nota: Programación de órdenes semanal por nivel de complejidad. Fuente: elaboración propia.

El final del 2022 y la primera mitad del 2023 a mostrado un comportamiento en la carga de diseños muy diferente al histórico del equipo de los últimos 15 años. La cantidad de diseños necesarios ha disminuido. Esto se debe a varios factores:

- La captación de órdenes de alto volumen ha aumentado el promedio de unidades producidas contra número de diseños. Se predice que este comportamiento continúe por los próximos 3 años al menos. **Ilustración 8.**

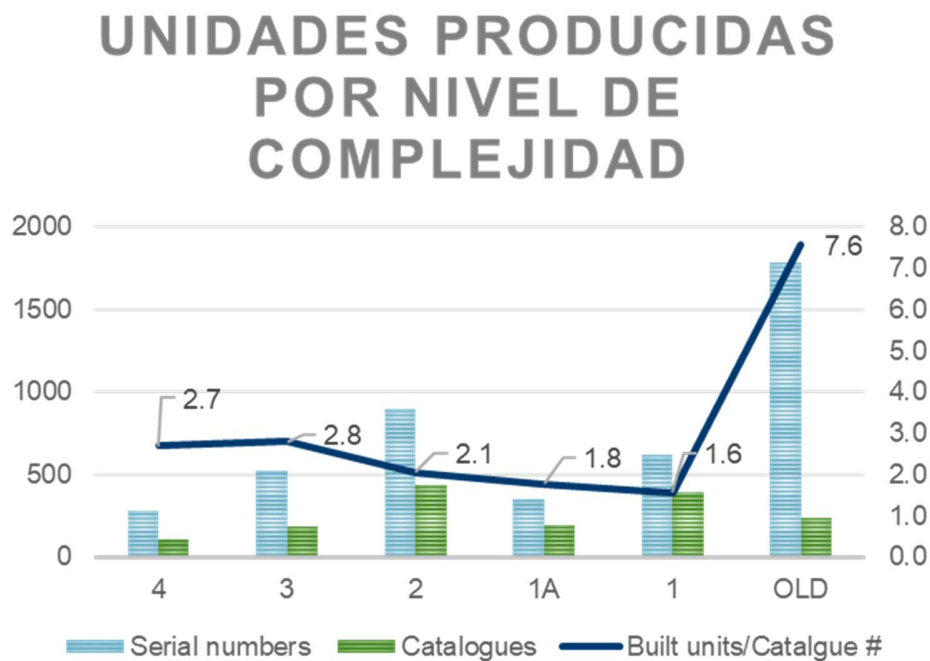
Ilustración 8. Unidades producidas.



Nota: Tendencia de unidades producidas por número de diseño programados para el 2023. Fuente: Elaboración propia.

- La producción de unidades de alta complejidad hace el paso por producción más lento disminuyendo la cantidad de unidades producidas mensualmente. Pero estos proyectos tienen mayor costo y mejor margen que las unidades sencillas resultando en mejores resultados financieros. **Ilustración 9.**

Ilustración 9. Unidades producidas por diseño.

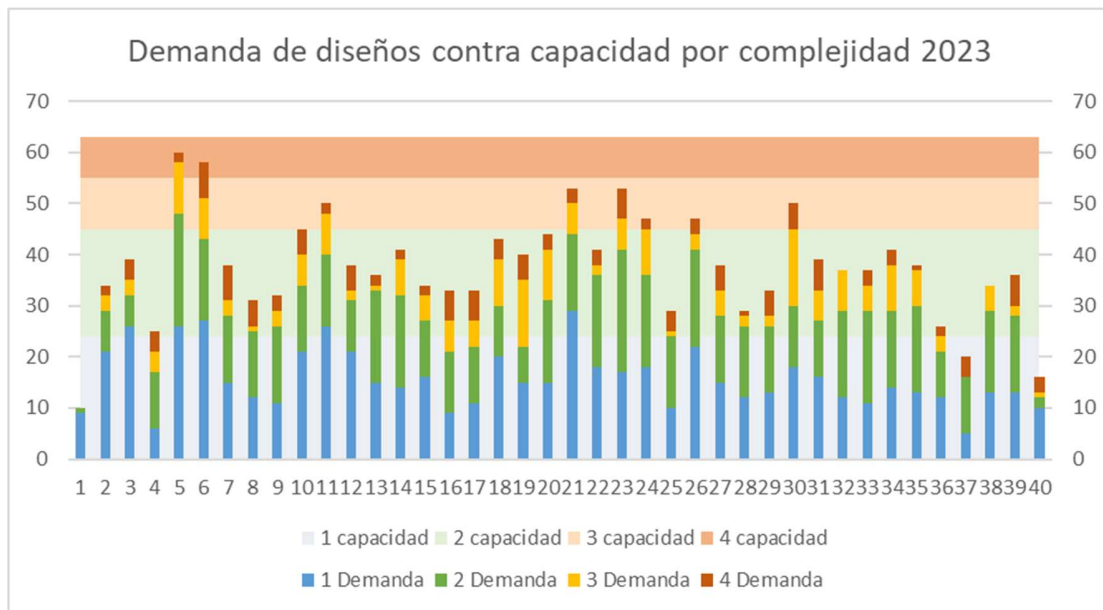


Nota: Promedio de unidades producidas por diseño para cada nivel de complejidad. Actualmente los diseños complejos producen más unidades. Fuente: elaboración propia.

- A partir de inicios del 2023 se decidió liberar diseños a producción acorde al calendario de producción y no con el objetivo de disminuir la lista de diseños pendientes. Considerando que algunos de estos diseños están programados para iniciar producción hasta 24 meses en el futuro, no tiene sentido dedicarles tiempo en la actualidad, ya que en el transcurso de ese tiempo seguramente sucederán cambios

en las necesidades del cliente o mejoras a nuestro proceso de producción que deban ser incluidas en el diseño y finalmente pueden suceder cambios a las reglas de diseño. Una vez que el equipo empezó a diseñar al ritmo de producción la demanda semanal disminuyo, **Ilustración 10**.

Ilustración 10. Capacidad contra carga de trabajo.



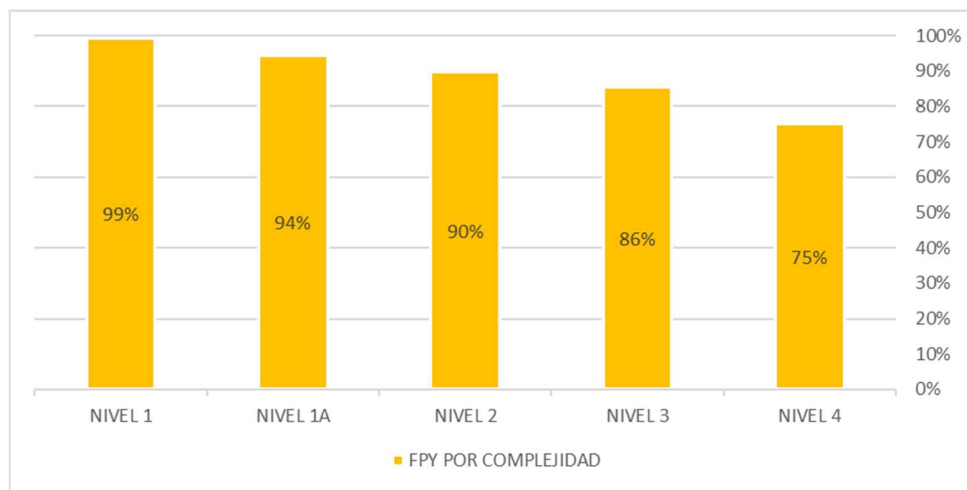
Nota: Capacidad de carga del equipo comparada con la demanda actual. Fuente: elaboración propia.

Con el escenario actual se puede observar que el staff actual tiene capacidad mayor a la necesidad de diseños. Esto ha permitido dedicar mas tiempo a otros proyectos de reduccion de costos, mejoras al proceso de diseño e introducción de nuevo producto.

Debido a la situación actual, la prioridad en metas del equipo ha sido la calidad de los diseños por encima de la velocidad de diseño. Con el aumento en el promedio de unidades producidas por diseño, los errores tienden a aumentar la cantidad de unidades afectadas y a generar un impacto mayor a producción.

Si tratamos las diferentes complejidades como distintas líneas de producto, podemos ver los resultados de calidad para cada grupo. Esto nos deja en claro que en las órdenes de alta complejidad se encuentran la mayoría de los errores y, por lo tanto, estos serán el foco principal de atención del proyecto, ya que aquí se encuentra la mayor oportunidad de mejora de calidad y es donde se encuentra la mayor carga de tiempo por diseño. **Ilustración 11.**

Ilustración 11. Unidades afectadas por complejidad.

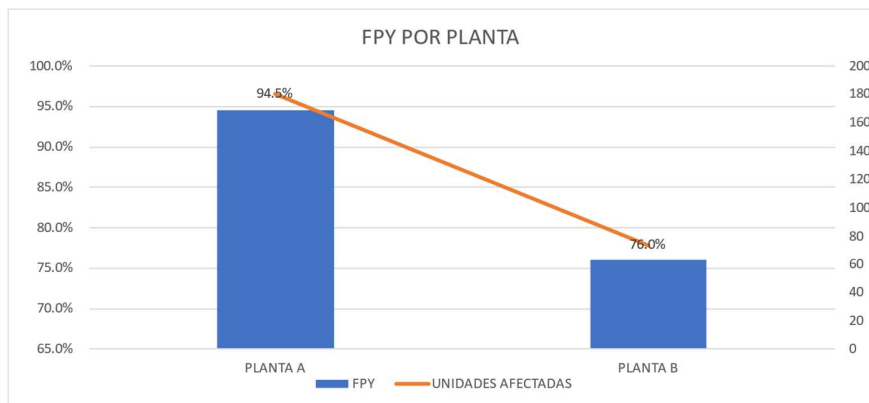


Nota: Porcentaje de unidades afectadas por nivel de complejidad, a mayor complejidad mayor cantidad de errores. Fuente: elaboración propia.

Las dos plantas de producción no producen la misma mezcla de unidades. Las llamaremos plantas A y B. En el pasado la diferenciación entre las dos plantas estaba ligada al tamaño de las unidades, el nivel de potencia. Pero en los últimos 3 años se ha ido generando un cambio donde el producto especializado y por lo tanto más complejo, se concentra en la planta B. La cantidad de unidades producidas es muy dispar entre las dos plantas. La combinación de la mezcla de diseños y la cantidad de unidades producidas generan resultados de calidad muy

dispares entre ambas plantas. En la **Ilustración 12** podemos ver la comparación de resultados.

Ilustración 12. Métrico de calidad por planta.



Nota: FPY y total de unidades afectadas por planta. Fuente: elaboración propia.

Se conoce muy bien el porcentaje de unidades afectadas, sin embargo, el costo de la no calidad no se monitorea de manera precisa. Se estima que en promedio los errores de ingeniería llevan un costo promedio de 500 dólares y resultan en retrasos para producción en el 5% de las unidades.

El objetivo del proyecto será encontrar áreas de oportunidad para mejorar el proceso de diseño asegurando que el flujo sea más lineal sin interrupciones; que las operaciones con más incidencias de errores sean analizadas para buscar modos de falla y eliminarlos; Identificar las causas raíz de los problemas de entrega a tiempo y atacarlas. Finalmente, se busca instituir la metodología seis sigma como un ciclo anual de mejora continua con la meta de llevar los resultados de calidad del equipo niveles de la industria.

Con todo esto definimos el “Project charter”, **Ilustración 13:**

Ilustración 13. *Project charter.*

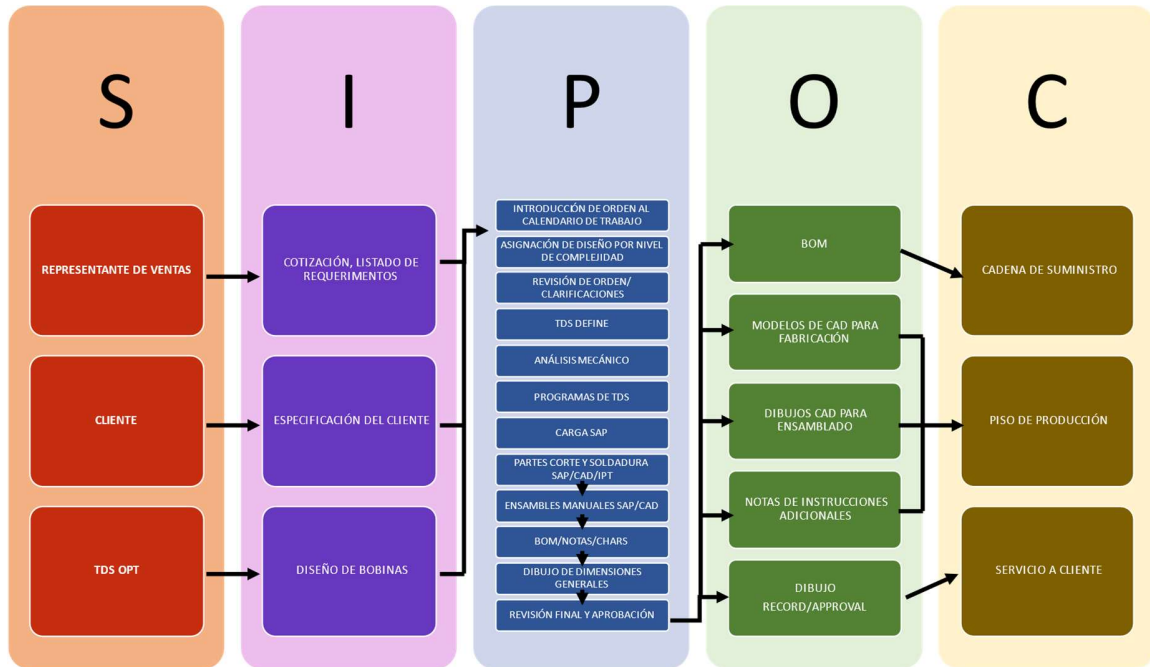
| | | | | |
|--|---|-------------|-----------|-------------|
| Título del proyecto | Reducción de costos de no calidad por errores de diseño. | | | |
| Unidad de negocio | División de distribución eléctrica | | | |
| Línea de producto | Pedestales | | | |
| Ubicación | México/EUA | | | |
| Área del proyecto | Ingeniería diseño | | | |
| Líder responsable | Supervisor ingeniería | | | |
| Estatus | Aprobado | | | |
| Fecha de inicio | Mayo/01/2023 | | | |
| Fecha de finalización | Oct/01/2024 y 6 meses adicionales para analizar los resultados. | | | |
| Situación actual | El actual proceso de diseño permite la incidencia de muchos errores que llegan a piso de producción. Solo 93.4% de las unidades que se producen no presentan errores de diseño. Esta problemática genera costos de retrabajo y administrativos; retrasos e incluso quejas de cliente. Los pasos de diseño permiten mucha variabilidad y en muchos casos baja eficiencia debido a los tiempos de espera y retrabajo en la etapa de diseño. | | | |
| Descripción de la problemática | | | | |
| Futura situación/ Objetivo del proyecto | FPY de producción de 95% al 2do cuarto del 2024. Reducción de costos de no calidad con ahorros de 37 mil dolares. | | | |
| Acciones de mejora/ Hitos | | | | |
| Patrocinador | Gerente de ingeniería | | | |
| Responsable del proyecto | Juan Pablo Tello Ibarra | | | |
| Miembros del equipo | Gerente del área Supervisores del área Equipo de diseño | | | |
| Resultados cualitativos alcanzados | | | | |
| Indicadores de rendimiento KPI | Valor anterior | Valor final | Dirección | Cambio (%) |
| KPI "1" (Name & Dimension) | FPY Producción, porcentaje de unidades sin afectación de errores de diseño al cierre del 2024 | | | |
| KPI "1" (Values) | 93.4% | 95.0% | Reducción | 32.0% |
| KPI "2" (Name & Dimension) | Reducción del costo de la no calidad ocasionado por errores de diseño para el cierre del 2024 | | | |
| KPI "2" (Values) | \$126,400.00 | \$88,480.00 | Reducción | \$37,920.00 |
| Comments | | | | |

Nota. Carta constitutiva del proyecto. Fuente: elaboración propia.

1.3. Validación de las condiciones del escenario

El equipo de diseño tiene 2 clientes internos y un cliente externo, principalmente. Internamente el piso de producción recibe del departamento de diseño la información de manufactura; El departamento de servicio al cliente recibe el paquete de dibujos con dimensiones y características generales del equipo, los cuales son necesarios para recibir la aprobación de la orden o simplemente para enviar al cliente previo a la construcción de la unidad en caso de ser necesario aclarar y cambiar algún aspecto del equipo. El cliente externo es el usuario final, el cual recibirá el equipo con las características con las que se diseñó, las cuales debieran coincidir con la cotización y respetar las normas de diseño tanto internas como de la industria. El diagrama de SIPOC muestra gráficamente estas relaciones entre el área, proveedores y clientes. **Ilustración 14.**

Ilustración 14. SIPOC.



Nota: Diagrama SIPOC mostrando proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes del área de diseño. Fuente: elaboración propia.

Las mejoras propuestas estarán contenidas dentro del proceso específico del área. No se buscará en este proyecto proponer cambios a otras áreas. Sin embargo, se necesitará cooperación entre áreas para recabar información, investigar, prototipar y finalmente existe la posibilidad que haya cambios en las salidas del equipo.

Se puede asegurar la sostenibilidad del proyecto por las siguientes razones:

- El tiempo para ejecutar el proyecto ya ha sido aprobado por los jefes del área.
- Los objetivos del proyecto son una necesidad actual alineada con las metas actuales del equipo.
- El líder del equipo es supervisor de una parte del equipo y cuenta con apoyo del jefe del área.



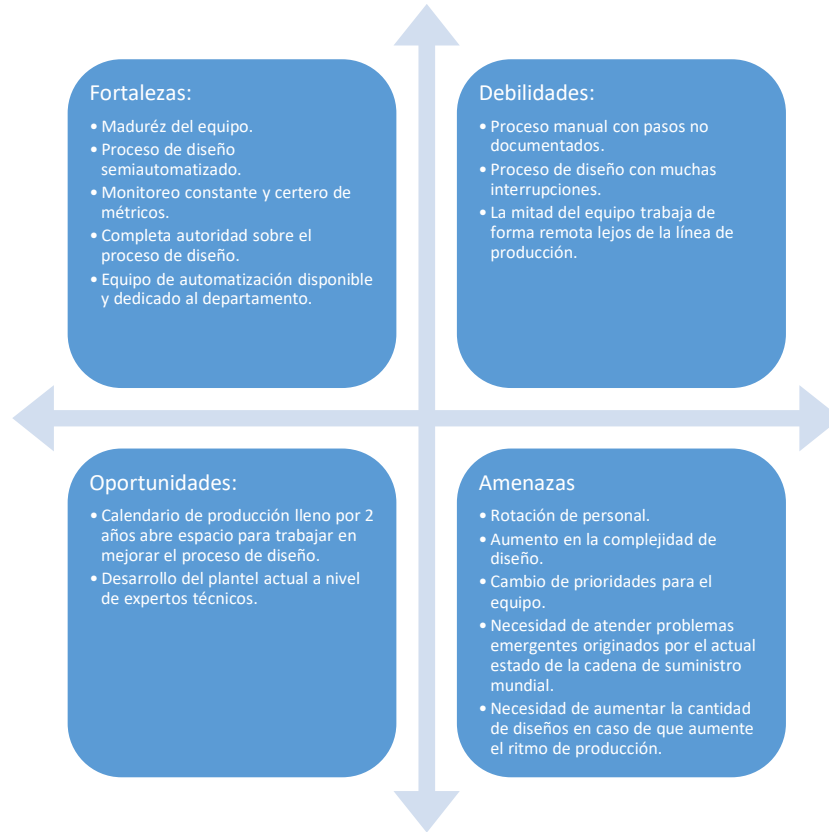
- Las condiciones actuales en cuestión a demanda de trabajo han abierto un espacio para dedicar tiempo a estas actividades de mejora.
- El equipo tiene una buena mezcla de integrantes. Miembros con experiencia y conocimiento técnico y miembros nuevos que tienen el beneficio de traer ojos frescos. El equipo en general tiene experiencia con herramientas comunes de manufactura esbelta.

1.4. Análisis del entorno de la organización

Se elaboró una matriz FODA en conjunto con los jefes del área con el objetivo de identificar las debilidades y amenazas del equipo. Esto se utilizará para identificar los riesgos que corre el proyecto y que sirva para crear un plan de mitigación de riesgos, **Ilustración 15**.



Ilustración 15. FODA.



Nota: Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas identificadas en el escenario actual del equipo. Fuente: elaboración propia.

Algunas amenazas presentan el riesgo de atacar directamente las fortalezas del equipo y desestabilizarlo. Por ejemplo, la rotación de personal impacta fuertemente a la productividad de un equipo. La fuga de talento viene acompañada de pérdida de conocimiento para la organización y se presenta en los siguientes escenarios impactando negativamente el rendimiento de un equipo (Massingham, 2018):

- Tener nuevos empleados reduce la productividad ya que ellos necesitarán tiempo para adquirir los niveles de competencia de los empleados que remplazaron.

- La calidad del trabajo entregado por los nuevos empleados no está al nivel de los que remplazan y por lo tanto se les asigna labores menos complejas. Esto sobrecarga a los empleados experimentados con el trabajo complejo. Esto impacta la productividad total del equipo.
- La desconexión con el conocimiento perdido resulta en una reducción en la velocidad de trabajo. Esto sucede debido a la necesidad de encontrar o redescubrir el conocimiento que se fue con los empleados experimentados.

Cabe mencionar que no todos los elementos que dejan la compañía generan estos problemas. Aquí se considera amenaza la pérdida de elementos que tienen buen desempeño: ya sea los que se van por jubilación o los que abandona la empresa en búsqueda de otras oportunidades. El segundo escenario es la más aplicable a el equipo de diseño en cuestión, por el promedio de edad del equipo que se encuentra alrededor de los 30 años.

Para contrarrestar esta posible amenaza Barbara Bigliardi et al (2005) recomienda tomar las siguientes acciones:

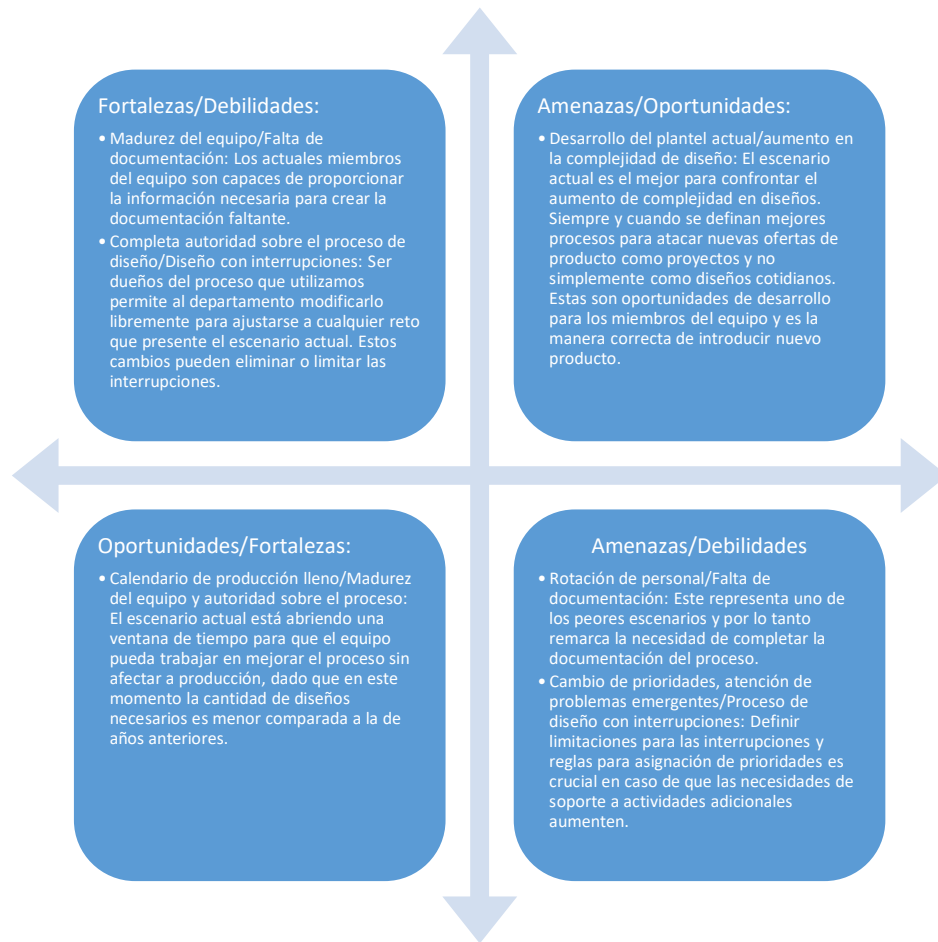
- Invertir en constante entrenamiento.
- Asegurarse de que los empleados entienden su rol y su impacto en la compañía. Entender su valor en el equipo.
- Generar una dinámica de trabajo en equipo. Hay que asegurar que todos los miembros se apoyan entre sí.
- Trabajar en una ruta de desarrollo para los empleados con distintas oportunidades de crecimiento.

Otra amenaza muy real sería el aumento de la complejidad en los diseños. La explosión del mercado de “data centers”, debida principalmente al cada vez más común uso de las herramientas de inteligencia artificial, ha generado fuerte presión a la infraestructura de distribución eléctrica. De acuerdo con su artículo del New York times, Delger Erdenesanaa (oct. 10, 2023), la energía consumida por la inteligencia artificial agregará una carga de entre 85 y 134 Tera watts hora anuales a la red. El mercado de data centers requiere soluciones complejas que actualmente tienen ocupados a los diseñadores más experimentados. A pesar de que se ha intentado estandarizar y acotar el alcance de la oferta para este mercado. La participación en él presenta grandes beneficios económicos, pero al ser nuevo, todavía no se han presentado propuestas estandarizadas. Ahora mismo, es una demanda de complejidad con la que tendremos que lidiar irremediablemente. Ari, A.A.A et al (2019) afirma que el internet de las cosas y el aumento en la demanda de computación a través de la nube permiten una red de distribución eléctrica inteligente. Los instrumentos de monitoreo permiten administrar la demanda de energía en tiempo real a través de nodos de medición, esto involucra a los equipos elaborados por la empresa e implica la demanda de diseños complejos con elaborados sistemas de protección y monitoreo.

La posibilidad de un aumento en la demanda de diseños, de acuerdo con la evidencia actual, no representa un problema probable para nuestra empresa y equipo de diseño. Al contrario, se detecta una reducción en la cantidad de diseños requeridos. Esto presenta una oportunidad para dedicar recursos a la mejora del proceso de diseño haciendo uso del tiempo liberado por la reducción de carga.

Es necesario hacer una planeación estratégica que utilice las fortalezas y oportunidades para mitigar debilidades; hay que estar preparado para las amenazas que puedan agravar los efectos de las debilidades; y también hay que utilizar las oportunidades para confrontar las amenazas. En la siguiente matriz se plantearon estrategias que hacen esto mismo y que serán consideradas para marcar la dirección de las acciones de mejora que se implementen en las etapas posteriores del proyecto. **Ilustración 16.**

Ilustración 16. FODA Estrategias.



Nota: Estrategias fundamentadas en la matriz FODA de la Ilustración 15. Aquí se utilizan fortalezas y oportunidades para mitigar debilidades y amenazas. Fuente: elaboración propia.

1.5. Diagnóstico preliminar: primera hipótesis.

Con el mapeo de la cadena de valor ya tenemos calculado el tiempo de ciclo del proceso de diseño. Ahora buscamos observar más a fondo el proceso y medir con más detalle para encontrar las áreas de oportunidad a ser trabajadas en las etapas posteriores.

El método de medición en sí no requiere validación ya que se cuentan con datos íntegros de los resultados de calidad desde el 2019. Es decir, se tiene perfectamente identificada la totalidad de diseños que tuvieron fallas y los que no. Para este estudio también es recomendable utilizar la totalidad de la información ya que el amplio abanico de modos de falla que presenta el diseño customizado y la cantidad total de errores (330 en el 2022) hace muy difícil encontrar tendencias haciendo muestreos.

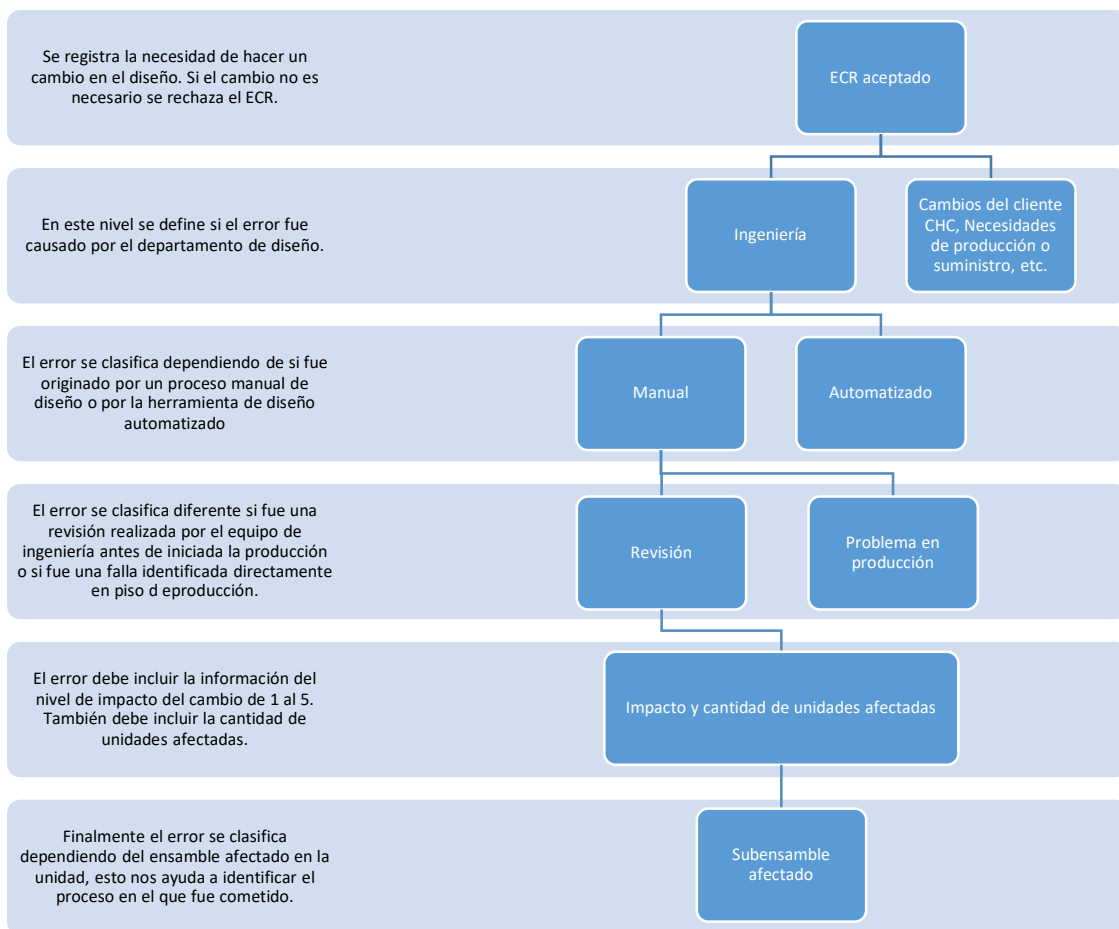
Para la totalidad de errores pasados se tiene acceso a la documentación del tipo de falla y ya han sido clasificados dependiendo de del tipo de falla, nivel de impacto y con qué tipo de proceso de diseño al cual se encuentra relacionada la falla.

Como parte de la operación normal del equipo se monitorean semanalmente las incidencias. El proceso para documentar y catalogar los errores de ingeniería se encuentra bien definido y en general la mayoría de los diseñadores lo siguen sin problema. Sin embargo, aun así, es necesaria una inspección constante de la información para asegurar que la clasificación de las incidencias sea adecuada y se pueda confiar plenamente en la base de datos.

A las incidencias en piso se les documenta con un ECR por sus siglas en inglés: Engineering change request; y contiene varios niveles de clasificación que siguen la lógica que se muestra en el diagrama de la :

Ilustración 17:

Ilustración 17. Clasificación de errores.



Nota: Lógica de clasificación de ECR. Estas reglas de clasificación se encuentran documentadas en el procedimiento de ingeniería para control de cambios. Fuente: elaboración propia.

Para el métrico de ingeniería se consideran solo los ECR que tienen su causa raíz en el proceso de diseño. El entendido es que la información que se proporciona a piso de

producción para la manufactura del producto debe ser: Clara, completa, consistente, viable, segura y finalmente debe cumplir las reglas internas de manufactura, así como las normas de la industria. Por ejemplo, se consideran errores de diseño los problemas de ensamblaje por la disposición errónea de un componente, las discrepancias entre billetes de materiales y dibujos; el acotado y dimensionado incorrecto en planos; la falta de información de ensamble, errar en números de parte y cantidades; diseñar fuera de norma o de especificación del cliente; o entregar información contradictoria. Estos son solo algunos ejemplos para mostrar lo estricta que es la visión de calidad que tiene el equipo de diseño.

Estas incidencias no solo abarcan los problemas de piso, sino también los cambios originados para resoluciones de garantías. Usualmente estos son acompañados por un análisis más profundo de las causas raíz utilizando la metodología 8D, **Ilustración 18**.

Este tipo de análisis también es realizado para errores de alto impacto. Un alto impacto en piso de producción es cualquier problema que cumpla uno o más de estas características:

- Detener el trabajo en una unidad por más de 2 días.
- Un retrabajo de más de 4 horas.
- Reordenar partes a la línea de maquinado metal mecánico.
- Reordenar partes no existentes en inventario.
- Merma o scrap mayor a 500 dólares.
- Cualquier riesgo de seguridad.

Durante el 2022 se tuvieron 7 errores de alto impacto. Para todos se realizó un 8D que generó acciones preventivas con el objetivo de evitar reincidencias, **Ilustración 19**.

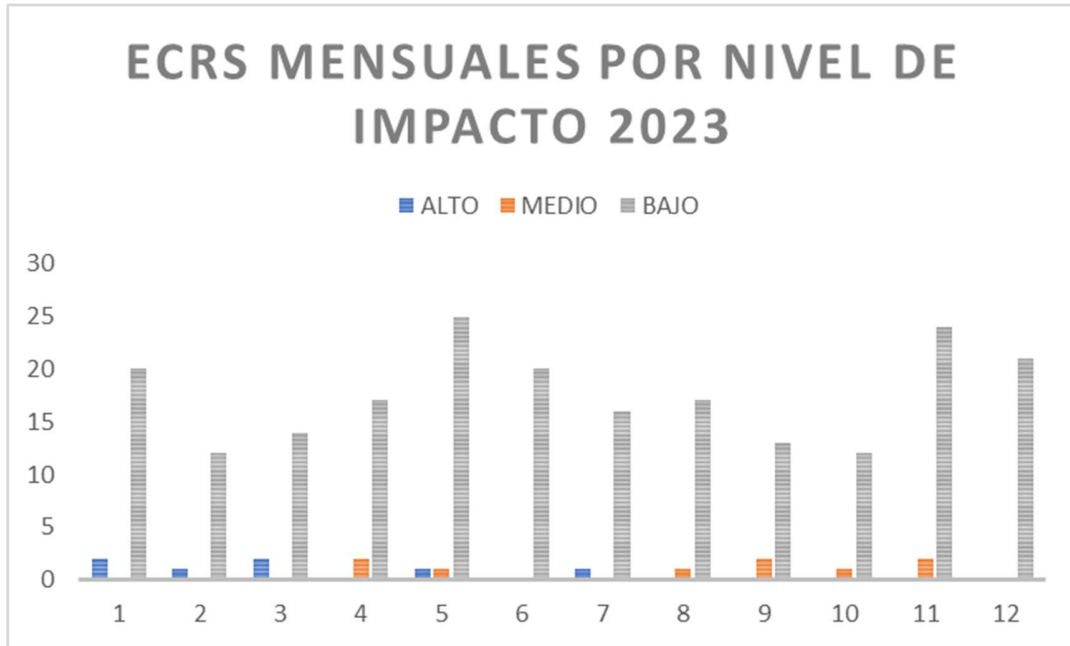


Ilustración 18. 8D.

| 8D Corrective Action Report | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------------|--------------------|----------------------|--------------|-------------|-----------------|
| CAR#: | Reported Date: | CAR Start Date: | CAR Revision Date: | Current Gate Status: | | | |
| Customer Name: | | | Phone/EXT: | | | | |
| Customer Contact: | | | E-Mail: | | | | |
| | | | Part Name: | | | | |
| | | | Part Number: | | | | |
| Plant: 1250 | | | Part Serial #: | | Reject QTY: | | |
| D1 | D1 - Establish the Team | | | | | | |
| | Name (*Team Leader) | | | Dept./Function | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| D2 | Define the Problem | | | | | | |
| | Who: | | | | | | |
| | What: | | | | | | |
| | Where: | | | | | | |
| | When: | | | | | | |
| | Why: | | | | | | |
| | How: | | | | | | |
| D3 | Take Short Term Action (Containment) | | | | | | |
| | Action Description | | | Resp. | Date Started | Results | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| D4 | Determine and Rank Potential Root Causes | | | | | | |
| | Process Root Cause - Why Occurred? | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | Detection Root Cause - Why Escaped? | | | | | | |
| | | | | | | | |
| D5 | Develop and Verify Solution | | | | | | |
| | Action Description | | | How Verified? | Resp. | Target Date | Comp. Date |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| D6 | Implement and Validate Corrective Actions | | | | | | |
| | Action Description | | How Validated? | Resp. | Target Date | Comp. Date | Validation Date |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| D7 | Preventive Action(Prevent Problem Recurrence) | | | | | | |
| | Action Description | | | How Verified? | Resp. | Target Date | Comp. Date |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| D8 | Recognize the Team | | | | | | |
| | Closure Approval Date | | | Team Leader: | | | |
| | | | Mgmt Champion | | | | |

Nota: Formato 8D utilizado para errores de alto impacto. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 19 Errores por impacto.



Nota: Errores de diseño clasificados por impacto. Se ejecuta un 8D en los altos impactos. Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente la base de datos de ECR se complementa con comentarios para tener más información y contexto referente al problema. Esto para agilizar el análisis de la información cuando es necesario. Los errores también quedan asignados al diseñador responsable y esta información se utiliza para llevar métricos y calcular el desempeño del ingeniero con respecto a la calidad de sus diseños.

El complemento de la información necesaria para medir el estado actual viene de la base de datos de todos los diseños realizados y de cualquier otro proceso vinculado al proceso. Todos los diseños asignados quedan registrados en SAP junto con la cantidad de unidades producidas de cada uno. El diseñador responsable también queda registrado y empatando la

información con la base de datos de errores es posible separar los que tuvieron problemas de los que no.

Otras actividades que afectan al proceso también cuentan con bases de datos. Cualquier clarificación sobre dudas o problemas en la cotización es registrada en la base de datos de OCR por sus siglas en inglés: Order clarification request; y cualquier cambio a algún diseño liberado o no debe ser pedido a través de un CHC por sus siglas en inglés: Change, hold, cancelation; de estos últimos se llevaba un registro manual hasta finales del 2022 y ahora sucede a través de una herramienta vía red.

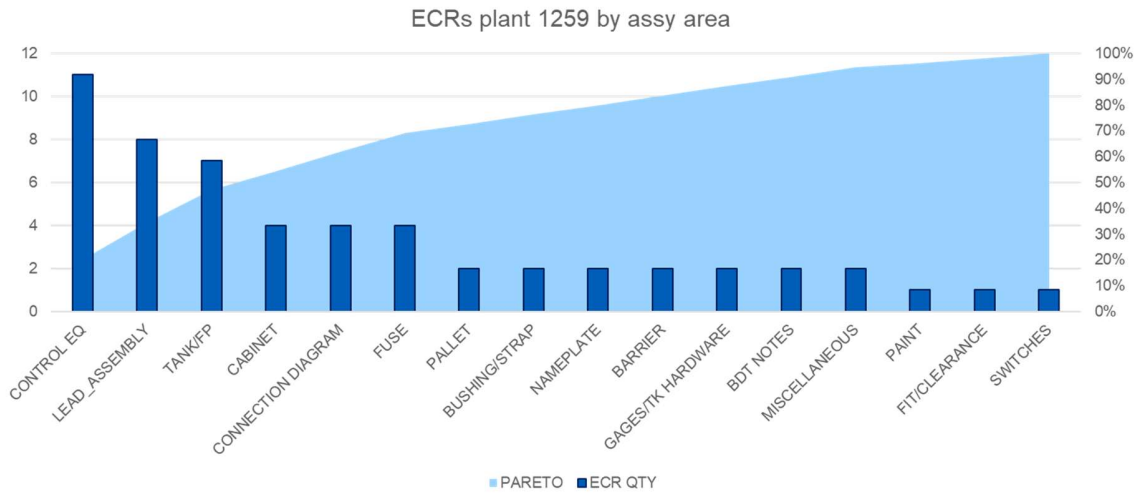
Entonces, el primer paso de la etapa de medición utilizará todos estos datos para identificar los pasos del proceso que se estudiarán a fondo. Sobre ellos se elaborarán diagramas de flujo y cartas de series de tiempo (con incidencias). Para con ello trabajar con un entendimiento más profundo de las áreas de oportunidad que serán objeto de estudio en la etapa de análisis.

1.5.1. Ensamblés más afectados, Pareto.

Se realizó un Pareto de los errores de ingeniería clasificados por ensamble afectado exclusivamente en la planta B, la más afectada en términos de calidad. **Ilustración 20.**

En ella se puede observar que los ensambles más afectados son los equipos de control, ensambles de puntas, el tanque y su frente.

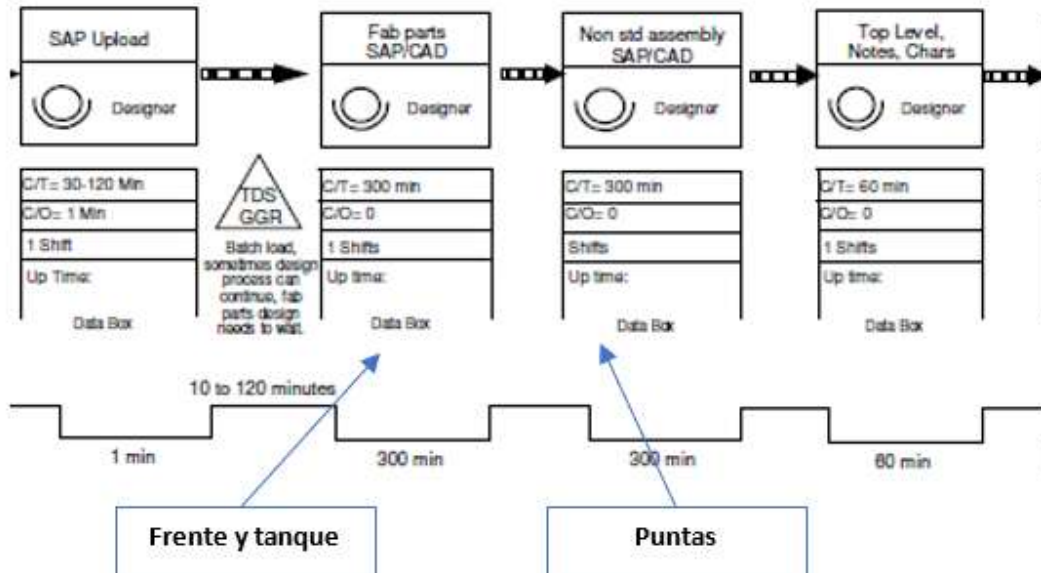
Ilustración 20. Pareto planta B.



Nota: Pareto errores de ingeniería en planta B separados por ensamble afectado. Fuente: elaboración propia.

Estos ensambles se realizan durante los procesos que consumen más tiempo de acuerdo con el mapa de cadena de valor. Confirmando así que son un área de oportunidad. En el tema de equipos de control no vamos a trabajar ya que ahora mismo existe otro proyecto en el cual se modificará el proceso y las herramientas utilizadas para su diseño, así que no tiene caso duplicar esfuerzos. Durante los procesos marcados en la **Ilustración 21** es donde se elaboran los ensambles de puntas y las modificaciones manuales a tanques y frentes.

Ilustración 21. Oportunidades de mejora en cadena de valor.



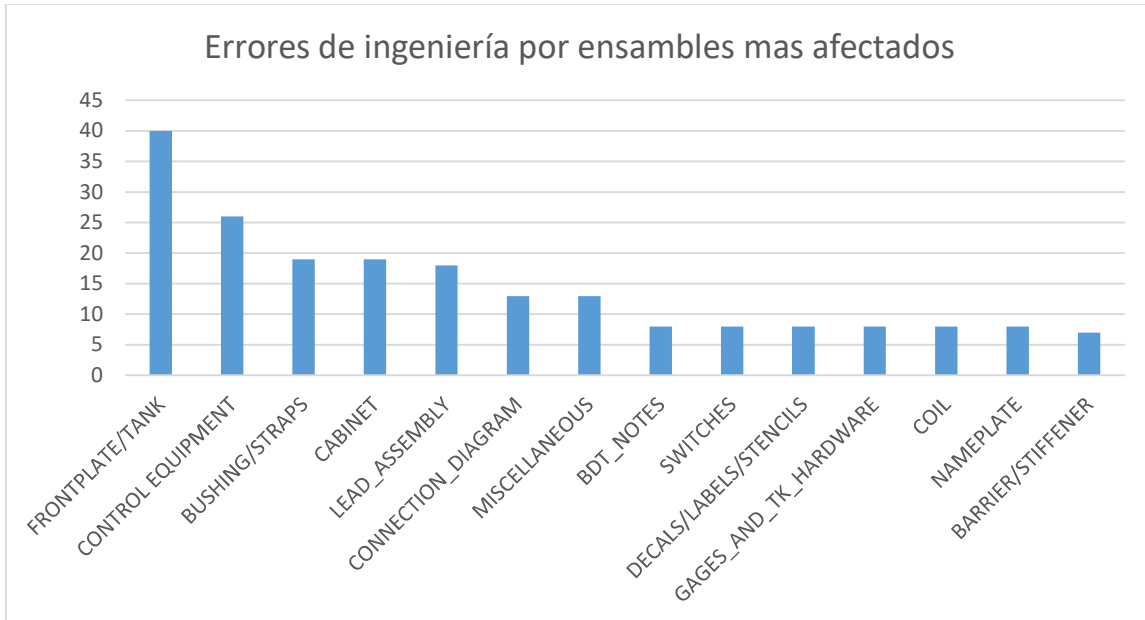
Nota: Mapa de cadena de valor, procesos de diseño de frente, tanque y puntas. En estas etapas del proceso se identifican oportunidades de mejora. Fuente: elaboración propia.

No todas las unidades requieren estos dos procesos y existen otras actividades que pueden ser ejecutadas en ese mismo espacio de tiempo o en una fracción de este. Pero siguiendo los resultados del Pareto nos enfocaremos a esos dos ensambles.

Se realizó un Pareto incluyendo ambas planta. Dentro de las primeras cinco categorías se identifican las tres que se mencionaron anteriormente en la planta con mayor cantidad de afectaciones. Esto nos indica que ambas plantas se verán beneficiadas de cualquier mejora generada por el proyecto si se atacan los modos de falla pertenecientes a estos ensambles.

Ilustración 22.

Ilustración 22. Pareto ambas plantas.



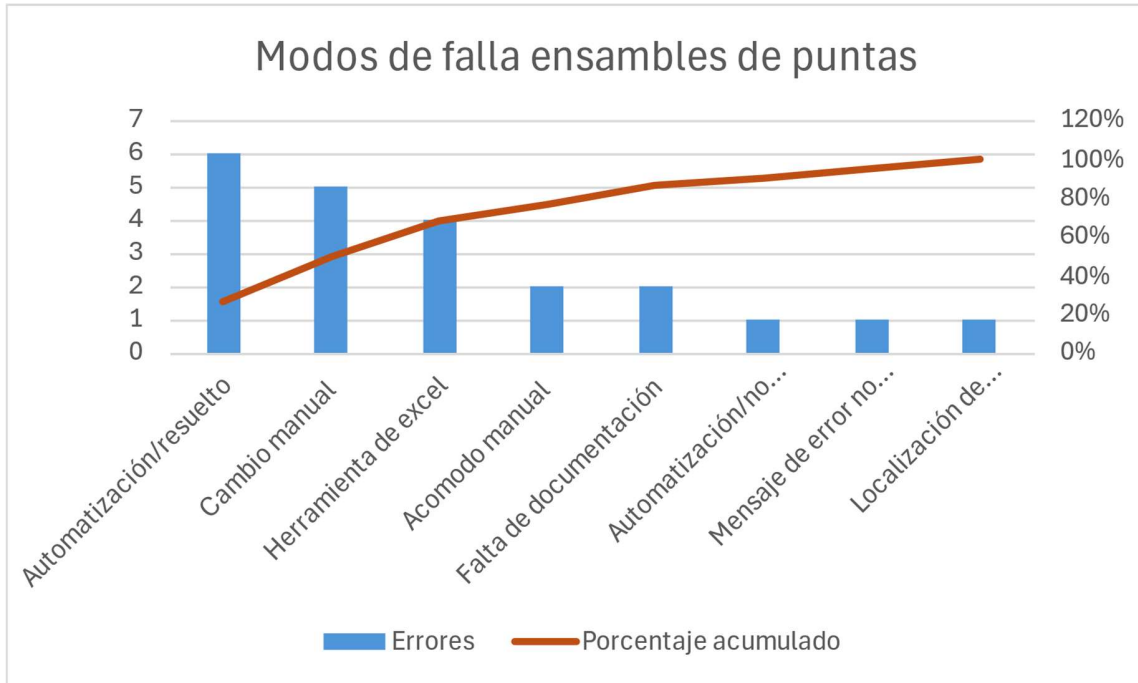
Nota: Errores de ingeniería clasificados por ensambles afectados, ambas plantas. Fuente: elaboración propia.

Para cada tipo de ensamble se realizó un Pareto identificando el modo de falla para arrojar más luz a los problemas relacionados con el proceso.

1.5.2. Ensamblés de puntas

En el caso de puntas es necesario separar los ensambles en puntas para alto y bajo voltaje, ya que estos son ensambles diferentes que siguen una lógica de diseño distinta en muchos aspectos. El Pareto muestra que el tipo de error más común es generado por el programa, pero para este tipo de problemas ya existe un sistema para identificar, reportar y corregir problemas. El sistema ha dado grandes resultados reduciendo considerablemente la cantidad de errores generados por el programa. Entonces en el caso de puntas de baja se recomienda trabajar con la herramienta de “signout” y para puntas de alta con el proceso de selección manual de boquillas. **Ilustración 23.**

Ilustración 23. *Modos de falla puntas.*



Nota: *Modos de falla para ensamblajes de punta baja (LV) y alta (HV). Fuente: elaboración propia.*

En la **Ilustración 24** se muestra el diagrama del subproceso para puntas usando la herramienta de Excel. El objetivo de la herramienta es llevar al diseñador paso a paso en la selección de los elementos necesarios para el ensamble. La actual es la segunda versión de la herramienta, esta recibió una actualización y presentó una mejora considerable después de aplicados los cambios. Sin embargo, aún sigue generando problemas y es necesario identificar el origen de estos. Llevar a cabo la toma de tiempos quizá arroje luz a problemas de este.

Ilustración 24. Proceso de diseño usando la herramienta de puntas.



Nota: Diagrama de flujo del proceso de diseño de puntas usando la herramienta de Excel. Fuente: elaboración propia.

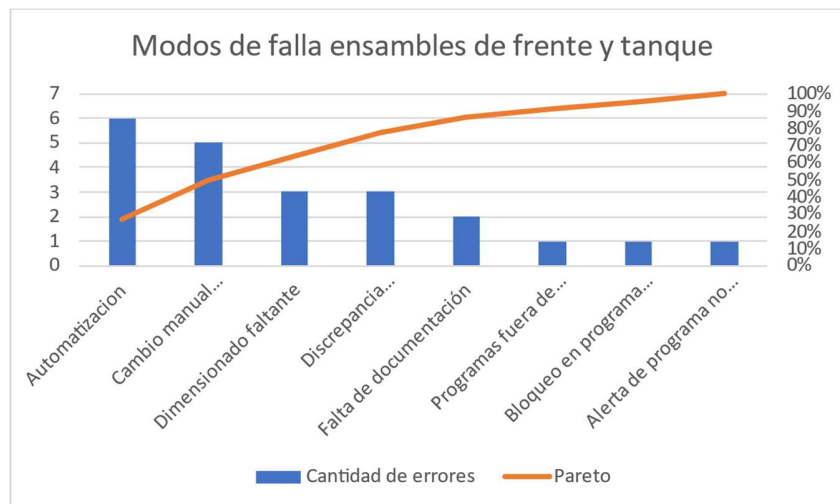
1.5.3. Ensamblajes de frente y tanque.

En el caso del proceso de modificación de frentes y tanques de manera manual nuevamente identificamos la automatización como un problema, sin embargo, la depuración del programa es constante y se atienden los problemas conforme se identifican. Para ambos casos (puntas y FP/Tanque) hemos confirmado que todos los problemas ya están solucionados en el programa, **Ilustración 25**.

Los otros modos de falla identificados con más de una incidencia son:

- Cambios realizados de manera parcial.
- Acotado y etiquetado en dibujos.
- Discrepancias entre modelo 3d de ensamble y billete de materiales.
- Falta de documentación de un equipamiento especial.

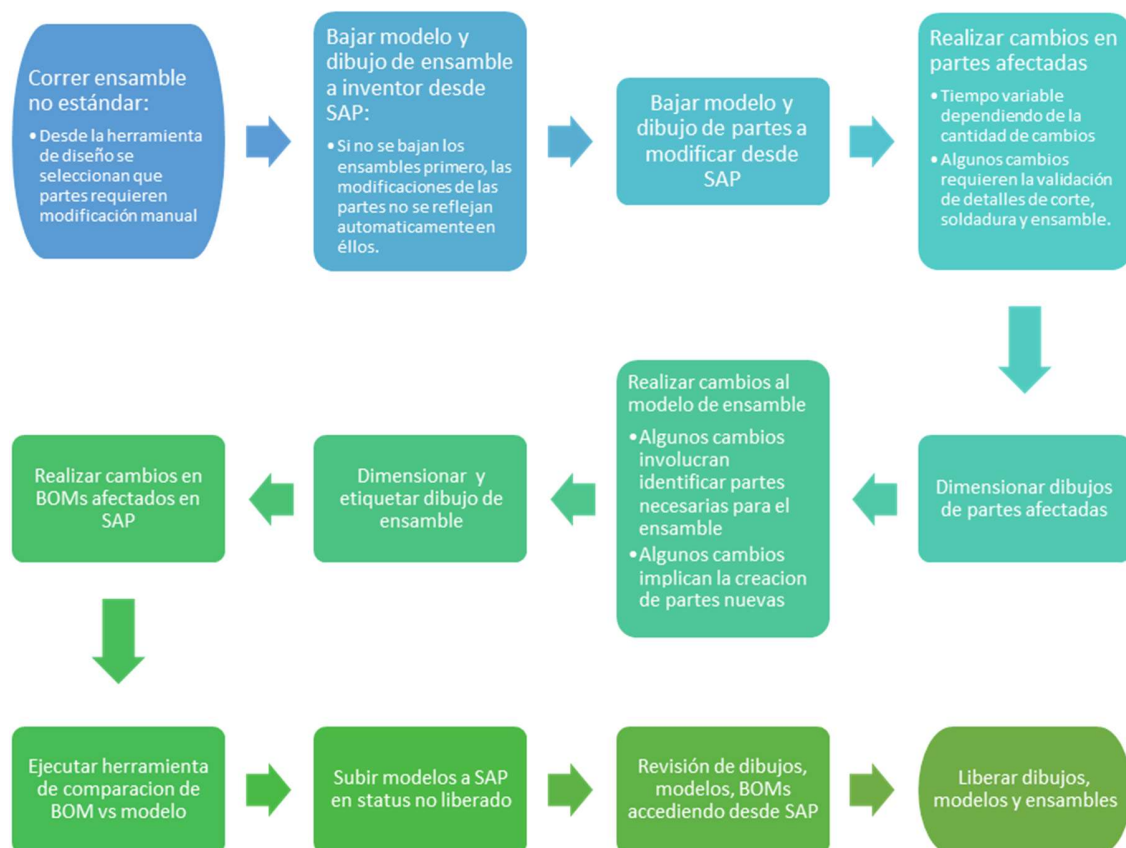
Ilustración 25. *Modos de falla en tanques y frentes.*



Nota: *Modos de falla en ensambles de tanques y frentes. Fuente: elaboración propia.*

Estos elementos son pasos específicos del proceso. Mas adelante se mostrará el diagrama de flujo del proceso. Sera necesario hacer la medición de tiempos del proceso y se busca obtener más información del ejercicio ya que se sospecha que existen muchas desviaciones en el proceso de parte de los diseñadores. **Ilustración 26.**

Ilustración 26. Proceso de diseño para frente y tanque.



Notas: Diagrama de proceso modificación manual de frente y tanque. Fuente: elaboración propia.

También cabe mencionar que el proceso en sí no se encuentra documentado de manera formal. Las reglas de cómo se debe entregar la información a piso de producción están

claramente documentadas, pero los pasos a seguir y las mejores prácticas de diseño no se encuentran plasmadas en ningún documento o herramienta.

Se cuentan con algunas herramientas que ayudan a obtener mejores resultados. Algunas aplican a equipamientos específicos y otras a pasos del proceso. Pero al no estar documentados nos damos cuenta de que algunos diseñadores desconocen su existencia.

1.5.4. Correlación OCR, CHC y complejidad

En la descripción del problema se puede identificar que la incidencia de errores está claramente relacionado al nivel de complejidad de los diseños. Es por esto por lo que muchos diseños de alta complejidad son sometidos a revisiones cruzados dentro del equipo, para identificar problemas antes de llegar a producción y solucionarlos minimizando la afectación a la planta.

En el mapa de cadena de valor se identifican como elementos que disrumpen el proceso las aclaraciones sobre las cotizaciones (OCR) y peticiones de cambio a diseños (CHC).

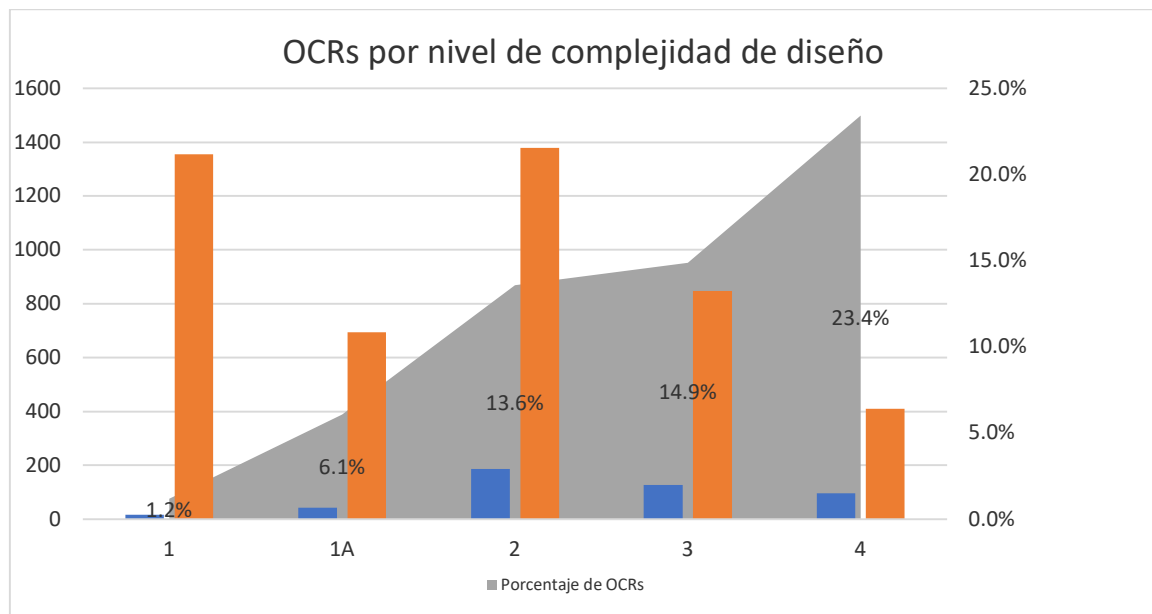
En el caso de los OCR: Estas aclaraciones generan confusión. Rompen con el flujo normal del proceso de diseño, las soluciones suceden fuera de la herramienta de automatización en muchas ocasiones y se brincan los poka-yokes de la misma provocando errores. También afectan la productividad ya que interrumpen el proceso de diseño por semanas y ocasionalmente meses.

En el caso de los CHC: Estos cambios normalmente vienen directamente desde el cliente y no tenemos mucho control de cuando pueden suceder. Pueden suceder antes, durante y después del proceso de diseño. Incluso durante la manufactura de las unidades. El año pasado

se desplegó una herramienta que permite llevar mejor control de estas peticiones y permitirá analizar mejor el impacto de estos cambios al negocio. Como departamento de diseño necesitamos encontrar la forma de lidiar con ellos sin que afecte nuestra calidad.

Sin embargo, antes de asegurar que la presencia de estos factores está relacionada con la posibilidad de cometer errores, es necesario demostrar que están conectados. El problema es que mientras mayor es la complejidad de la unidad aumenta la incidencia de OCR y CHC. En el caso del OCR, se puede acceder a la base de datos de aclaraciones y mostrar en la siguiente gráfica, **Ilustración 27**:

Ilustración 27. OCR por nivel de complejidad.



Nota: Cantidad de OCR por nivel de complejidad. A mayor complejidad mayor cantidad de aclaraciones. Fuente: elaboración propia.

Para demostrar entonces que existe relación entre estos incidentes y los errores de diseño, fue necesario medir la incidencia de OCR y CHC comparando con los niveles de complejidad y la existencia de errores de ingeniería.

Para el estudio se tomó la base de datos de todos los diseños producidos durante el 2022. Esta información se empató con la base de datos de OCR y CHC para clasificar cada uno de los números de diseño y designar si hubo o no OCR y CHC respectivamente. Después se separaron las poblaciones en dos grupos. Diseños que tuvieron errores y los que no y se graficaron en porcentajes los dos escenarios como se muestra en la **Tabla 4**.

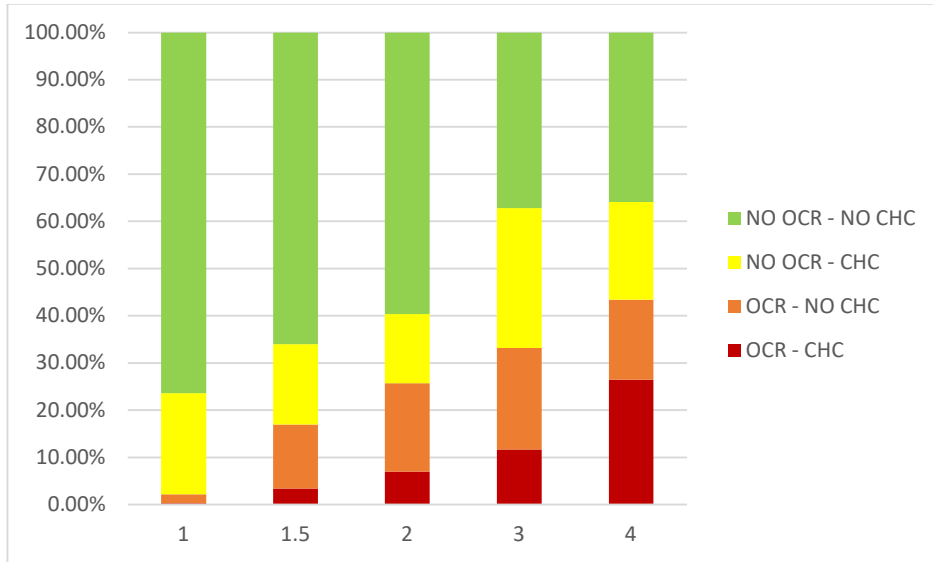
Tabla 4. *Tabla de incidencias para diseños sin errores.*

| NIVEL COMPLEJIDAD | ☐ OCR | | Total OCR | | ☐ NO OCR | | Total NO OCR | | Gran total |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|------------|
| | CHC | NO CHC | CHC | NO CHC | CHC | NO CHC | CHC | NO CHC | |
| 1 | 0.31% | 1.86% | 2.17% | 21.43% | 76.40% | 97.83% | 100.00% | 100.00% | |
| 1.5 | 3.40% | 13.61% | 17.01% | 17.01% | 65.99% | 82.99% | 100.00% | 100.00% | |
| 2 | 7.03% | 18.65% | 25.69% | 14.68% | 59.63% | 74.31% | 100.00% | 100.00% | |
| 3 | 11.63% | 21.51% | 33.14% | 29.65% | 37.21% | 66.86% | 100.00% | 100.00% | |
| 4 | 26.42% | 16.98% | 43.40% | 20.75% | 35.85% | 56.60% | 100.00% | 100.00% | |
| Gran total | 6.17% | 13.03% | 19.20% | 19.98% | 60.82% | 80.80% | 100.00% | 100.00% | |

Nota: *Tabla de incidencia de OCR y CHC para diseños sin errores. Fuente: elaboración propia.*

En la primer grafica se muestra claramente el comportamiento esperado donde a mayor complejidad usualmente se acompaña de más ruido al proceso de diseño. **Ilustración 28**.

Ilustración 28. OCR y CHC por nivel de complejidad.



Nota: Grafica de incidencia de OCR y CHC por nivel de complejidad. Fuente: elaboración propia.

Ahora, comparando las tablas y los gráficos para los diseños que si tuvieron errores se pueden notar diferencias claras en los gráficos, **Tabla 5**.

Tabla 5. Tabla de incidencias para diseños con errores.

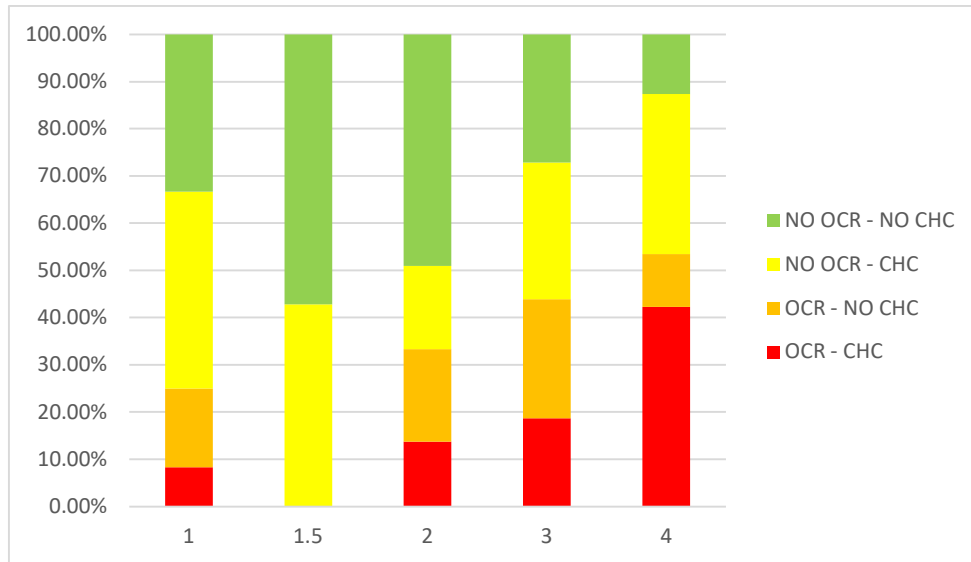
| NIVEL COMPLEJIDAD | OCR | | Total OCR | NO OCR | | Total NO OCR | Gran total |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | CHC | NO CHC | | CHC | NO CHC | | |
| 1 | 8.33% | 16.67% | 25.00% | 41.67% | 33.33% | 75.00% | 100.00% |
| 1.5 | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 42.86% | 57.14% | 100.00% | 100.00% |
| 2 | 13.73% | 19.61% | 33.33% | 17.65% | 49.02% | 66.67% | 100.00% |
| 3 | 18.69% | 25.23% | 43.93% | 28.97% | 27.10% | 56.07% | 100.00% |
| 4 | 42.25% | 11.27% | 53.52% | 33.80% | 12.68% | 46.48% | 100.00% |
| Gran total | 23.39% | 18.95% | 42.34% | 29.03% | 28.63% | 57.66% | 100.00% |

Nota: Tabla de incidencia de OCR y CHC para diseños con errores. Fuente: Elaboración propia.

Aquí se muestra claramente que en diseños con errores persiste más la presencia de ruido en el proceso de diseño. Más relevante es que en el caso de los diseños de complejidad 1, que estadísticamente tienen menor incidencia de errores, cuando comparamos la población con

errores contra la que no presentó problemas, la presencia de ruido en el proceso es mucho más marcada que en los otros niveles de complejidad, **Ilustración 29**.

Ilustración 29. OCR y CHC en unidades con errores por complejidad.

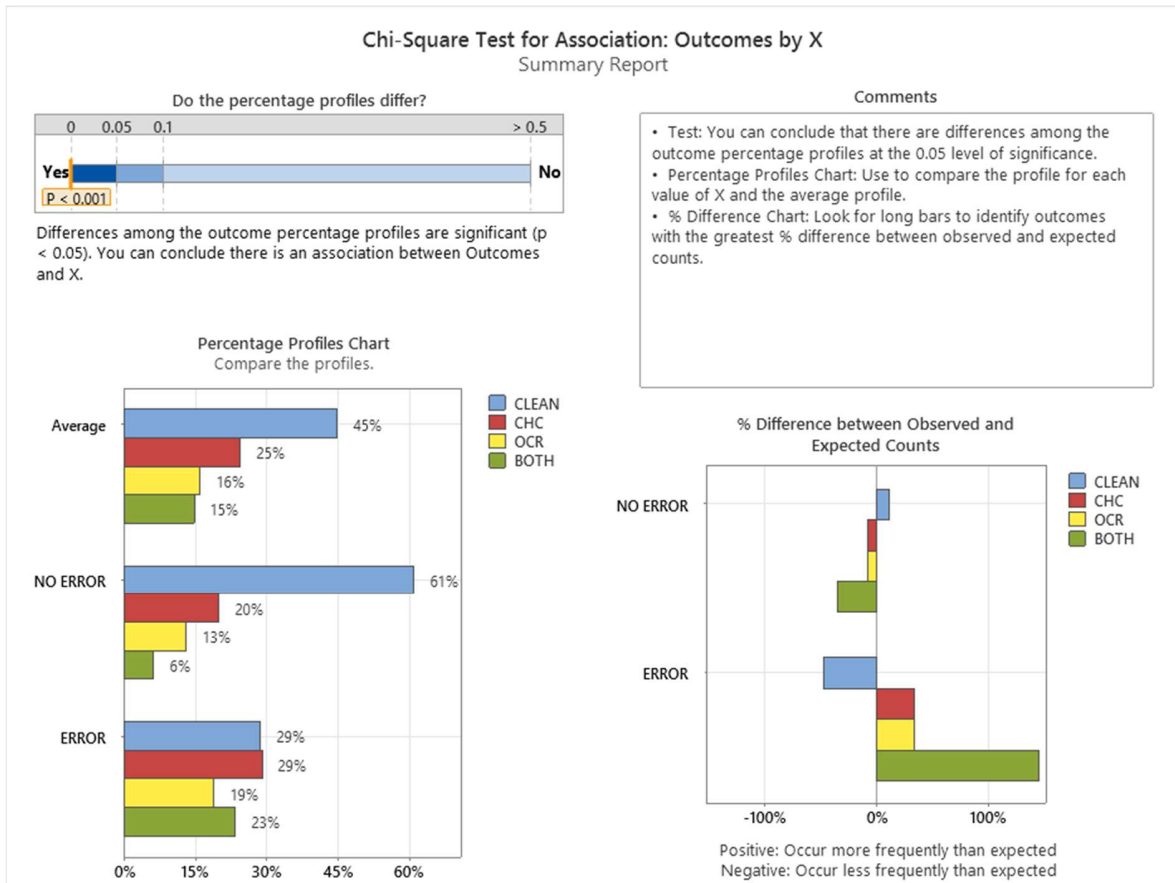


Nota: Incidencia de OCR y CHC en unidades con errores por complejidad. Fuente: elaboración propia.

Para demostrar más firmemente este punto estos mismos datos se sometieron a una prueba de hipótesis usando Minitab. Se realizó una prueba para confirmar o descartar la relación entre las variables, en este caso presencia de OCR y CHC contra la incidencia de errores de diseño. La prueba chi cuadrada nos permite confirmar la independencia de dos variables si se rechaza la hipótesis, o la dependencia entre ellas si la hipótesis se acepta (Stamatis , 2003, p. 73). Los resultados que arroja, con un valor P menor a 0.001 es que la presencia de OCR, CHC o ambos está relacionado con la calidad de los diseños. En la población de diseños sin errores prevalece la cantidad de diseños que tuvieron un proceso limpio. La diferencia más radical en las poblaciones es el caso de los diseños que presentan ambas situaciones, OCR y

CHC. Prácticamente podemos asegurar que la presencia de ambos escenarios garantiza que se cometan errores con nuestros procesos actuales. **Ilustración 30, Ilustración 31.**

Ilustración 30. Gráfica chi cuadrada.



Nota: Prueba de hipótesis gráfica confirmando correlación entre unidades con errores y unidades con OCR y CHC. Fuente: elaboración propia en Minitab.

Ilustración 31 Prueba de hipótesis en Minitab.


Chi-Square Test for Association: Outcomes by X
Diagnostic Report

Observed and Expected Counts

| | NO ERROR | | ERROR | |
|-------|----------|-----|-------|-----|
| | Obs | Exp | Obs | Exp |
| CLEAN | 621 | 557 | 71 | 135 |
| CHC | 204 | 222 | 72 | 54 |
| OCR | 133 | 145 | 47 | 35 |
| BOTH | 63 | 97 | 58 | 24 |
| Total | 1021 | | 248 | |

Expected counts should be at least 2 to ensure the validity of the p-value for the test.

Chi-Square Test for Association: Outcomes by X
Report Card

| Check | Status | Description |
|------------------|---|---|
| Validity of Test |  | All samples are large enough to obtain sufficient expected counts. The p-value for the test should be accurate. |

Nota: Prueba de hipótesis demostrando correlación entre presencia de OCR/CHC y errores. Fuente: elaboración propia en Minitab.

1.5.5. Nivel de experiencia de los diseñadores

El entrenamiento de los diseñadores y el nivel de experiencia también pueden estar relacionados con la incidencia de errores de diseño. Para demostrarlo se tomó la información de 8 meses de errores de ingeniería y se investigó el nivel de experiencia del diseñador con respecto al proceso de diseño donde sucedió el error. El total de diseñadores se dividió en dos grupos, separando a los ingenieros con más experiencia del resto. El nivel de experiencia se calificó en una escala de 1 a 3, donde el 1 representa un proceso que se ejecutaba por primera vez; 2 para procesos previamente ejecutados pero que aún no se dominan; y 3 para procesos que se consideran completamente dominados.

La **Tabla 6** permite observar lo siguiente. A pesar de tener más experiencia con el diseño, los ingenieros que trabajan con procesos más complejos también cometen errores; A pesar de tener más conocimiento y práctica, un diseño raramente tiene un solo requerimiento aislado y la suma de todas las labores manuales, en especial las más elaboradas, propician la existencia de errores. En los dos grupos se puede observar también que, al momento de diseño, en promedio, todos se calificaron con falta de dominio del proceso en específico.

Tabla 6. Errores y nivel de experiencia.

| | Total de errores | Nivel de experiencia promedio |
|------------------|------------------|-------------------------------|
| Diseñador | 32 | 1.6875 |
| Diseñador Senior | 26 | 1.961538462 |

Nota: Nivel de experiencia del diseñador para el proceso donde se presentó el error. Datos tomados desde mayo 2023 y 8 meses hacia atrás. Fuente: elaboración propia.

En el estado actual se cuenta con un programa de entrenamiento de introducción que prepara a los diseñadores para manejar los diseños más sencillos, este cubre los siguientes aspectos:

- Programa automatizado de diseño.
- Realización, mantenimientos y publicación de modelos 3d y dibujos técnicos para manufactura.
- Estándares de la industria.
- Ubicación y uso de herramientas adicionales de diseño disponibles.
- Responsabilidades y procedimientos de ingeniería.
- Diseño de unidades básicas (Complejidad 1 y una porción de la complejidad 2)

Durante la etapa inicial, todos los diseños son validados por el coach asignado antes de ser liberados a producción. Esta etapa suele tomar alrededor de 4 meses. Después de esta etapa, cuando se trabaja con tipos de diseño nuevos, al diseñador se le informa de la existencia de documentación y herramientas si las hay, y se aconseja a quién dirigirse con dudas. Pero para esta etapa de su desarrollo, ya se trabaja de una forma más independiente y estos diseños son etiquetados de manera especial como para llevar revisiones adicionales. El equipo en general trabaja de manera colaborativa, y se resuelven dudas unos a otros ya que el abanico de opciones es muy amplio y toma tiempo para que todos conozcan y se vuelvan expertos en todas las opciones del producto.

Para plasmar una referencia base del nivel de entrenamiento y dominio técnico de los miembros del equipo, se elaboró una tabla de nivel de experiencia. En ella se calificó de igual forma del 1 al 3 el nivel de experiencia de cada diseñador para cada uno de los requerimientos. La información de la tabla servirá más adelante para enfocar los esfuerzos de entrenamiento. Se puede notar que incluso los ingenieros de mayor experiencia tienen lagunas. Sin embargo, a pesar de que se encuentren tipos de diseño en los que existe poca experiencia; no necesariamente es prioridad cubrirlos, ya que muchos de estos son tipos de diseño que suceden con poca frecuencia, dedicarles tiempo probablemente no genere ningún impacto en los resultados. Más adelante se deberá utilizar esta información en conjunto con los datos del Pareto de errores y el pronóstico de tipos de diseño en la carga de trabajo futura para plantear una ruta de entrenamiento, **Ilustración 32**.

Ilustración 32. Matriz de experiencia

| Nivel de experiencia | Nunca hecho | | | Regulera ayuda | | | Se domina | | | Promedio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|-----------|--|--|--|--|----------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">PROMEDIO DE COMPLEJIDAD POR DISEÑADOR</th> <th colspan="5">SITIO MX</th> <th colspan="5">SITIO USA</th> <th rowspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>3.2</th> <th>3.4</th> <th>3.8</th> <th>2.6</th> <th>2.2</th> <th>1</th> <th>2.4</th> <th>1.7</th> <th>2.8</th> <th>3.9</th> <th>2.5</th> <th>2</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Tipo de accesorio o requerimiento</th> <th rowspan="2">Nivel de complejidad</th> <th>Diseñador 1</th> <th>Diseñador 2</th> <th>Diseñador 3</th> <th>Diseñador 4</th> <th>Diseñador 5</th> <th>Diseñador 6</th> <th>Diseñador 7</th> <th>Diseñador 8</th> <th>Diseñador 9</th> <th>Diseñador 10</th> <th>Diseñador 11</th> <th>Diseñador 12</th> <th>Diseñador 13</th> <th>Diseñador 14</th> <th>Diseñador 15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tipo 1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 4</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 5</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.333</td></tr> <tr><td>Tipo 6</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.533</td></tr> <tr><td>Tipo 7</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.933</td></tr> <tr><td>Tipo 8</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>Tipo 9</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 10</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.933</td></tr> <tr><td>Tipo 11</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 12</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.6</td></tr> <tr><td>Tipo 13</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.8</td></tr> <tr><td>Tipo 14</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.733</td></tr> <tr><td>Tipo 15</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.933</td></tr> <tr><td>Tipo 16</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 17</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 18</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.28</td></tr> <tr><td>Tipo 19</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.2333</td></tr> <tr><td>Tipo 20</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.467</td></tr> <tr><td>Tipo 21</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.2467</td></tr> <tr><td>Tipo 22</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 23</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.26</td></tr> <tr><td>Tipo 24</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.467</td></tr> <tr><td>Tipo 25</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.667</td></tr> <tr><td>Tipo 26</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.2533</td></tr> <tr><td>Tipo 27</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.933</td></tr> <tr><td>Tipo 28</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.6</td></tr> <tr><td>Tipo 29</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>Tipo 30</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 31</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2.6</td></tr> <tr><td>Tipo 32</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.733</td></tr> <tr><td>Tipo 33</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.867</td></tr> <tr><td>Tipo 34</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.867</td></tr> <tr><td>Tipo 35</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.2467</td></tr> <tr><td>Tipo 36</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>Tipo 37</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.22</td></tr> <tr><td>Tipo 38</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2.067</td></tr> <tr><td>Tipo 39</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.933</td></tr> <tr><td>Tipo 40</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1.22</td></tr> <tr><td>Tipo 41</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1.467</td></tr> <tr><td>Tipo 42</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>Tipo 43</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>2.133</td></tr> <tr><td>Tipo 44</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.667</td></tr> <tr><td>Tipo 45</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.8</td></tr> <tr><td>Tipo 46</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.467</td></tr> <tr><td>Tipo 47</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>Tipo 48</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.733</td></tr> <tr><td>Tipo 49</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>Tipo 50</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2.733</td></tr> <tr><td>Tipo 51</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1.533</td></tr> <tr><td>Tipo 52</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1.867</td></tr> <tr><td>Tipo 53</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>Tipo 54</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>1.467</td></tr> <tr><td>Tipo 55</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2.267</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | PROMEDIO DE COMPLEJIDAD POR DISEÑADOR | | SITIO MX | | | | | SITIO USA | | | | | Promedio | 3.2 | 3.4 | 3.8 | 2.6 | 2.2 | 1 | 2.4 | 1.7 | 2.8 | 3.9 | 2.5 | 2 | Tipo de accesorio o requerimiento | Nivel de complejidad | Diseñador 1 | Diseñador 2 | Diseñador 3 | Diseñador 4 | Diseñador 5 | Diseñador 6 | Diseñador 7 | Diseñador 8 | Diseñador 9 | Diseñador 10 | Diseñador 11 | Diseñador 12 | Diseñador 13 | Diseñador 14 | Diseñador 15 | Tipo 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.333 | Tipo 6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.533 | Tipo 7 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | Tipo 8 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.2 | Tipo 9 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 10 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | Tipo 11 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 12 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.6 | Tipo 13 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.8 | Tipo 14 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.733 | Tipo 15 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | Tipo 16 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 17 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 18 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.28 | Tipo 19 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1.2333 | Tipo 20 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.467 | Tipo 21 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.2467 | Tipo 22 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 23 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.26 | Tipo 24 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.467 | Tipo 25 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.667 | Tipo 26 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.2533 | Tipo 27 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | Tipo 28 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.6 | Tipo 29 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.4 | Tipo 30 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 31 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2.6 | Tipo 32 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.733 | Tipo 33 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.867 | Tipo 34 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.867 | Tipo 35 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.2467 | Tipo 36 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | Tipo 37 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.22 | Tipo 38 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2.067 | Tipo 39 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | Tipo 40 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.22 | Tipo 41 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1.467 | Tipo 42 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2.2 | Tipo 43 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2.133 | Tipo 44 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.667 | Tipo 45 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.8 | Tipo 46 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.467 | Tipo 47 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.4 | Tipo 48 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.733 | Tipo 49 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | Tipo 50 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.733 | Tipo 51 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.533 | Tipo 52 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1.867 | Tipo 53 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | Tipo 54 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1.467 | Tipo 55 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2.267 |
| PROMEDIO DE COMPLEJIDAD POR DISEÑADOR | | SITIO MX | | | | | SITIO USA | | | | | | Promedio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3.2 | 3.4 | 3.8 | 2.6 | 2.2 | 1 | 2.4 | 1.7 | 2.8 | 3.9 | 2.5 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de accesorio o requerimiento | Nivel de complejidad | Diseñador 1 | Diseñador 2 | Diseñador 3 | Diseñador 4 | Diseñador 5 | Diseñador 6 | Diseñador 7 | Diseñador 8 | Diseñador 9 | Diseñador 10 | Diseñador 11 | Diseñador 12 | Diseñador 13 | Diseñador 14 | Diseñador 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tipo 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.333 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.533 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 7 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 8 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 9 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 10 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 11 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 12 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 13 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 14 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.733 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 15 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 16 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 17 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 18 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 19 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1.2333 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 20 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 21 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.2467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 22 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 23 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 24 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 25 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.667 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 26 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.2533 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 27 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 28 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 29 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 30 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 31 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 32 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.733 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 33 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.867 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 34 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.867 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 35 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.2467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 36 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 37 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 38 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2.067 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 39 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 40 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1.22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 41 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1.467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 42 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 43 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2.133 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 44 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.667 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 45 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 46 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 47 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 48 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.733 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 49 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 50 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2.733 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 51 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1.533 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 52 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1.867 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 53 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 54 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1.467 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo 55 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2.267 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

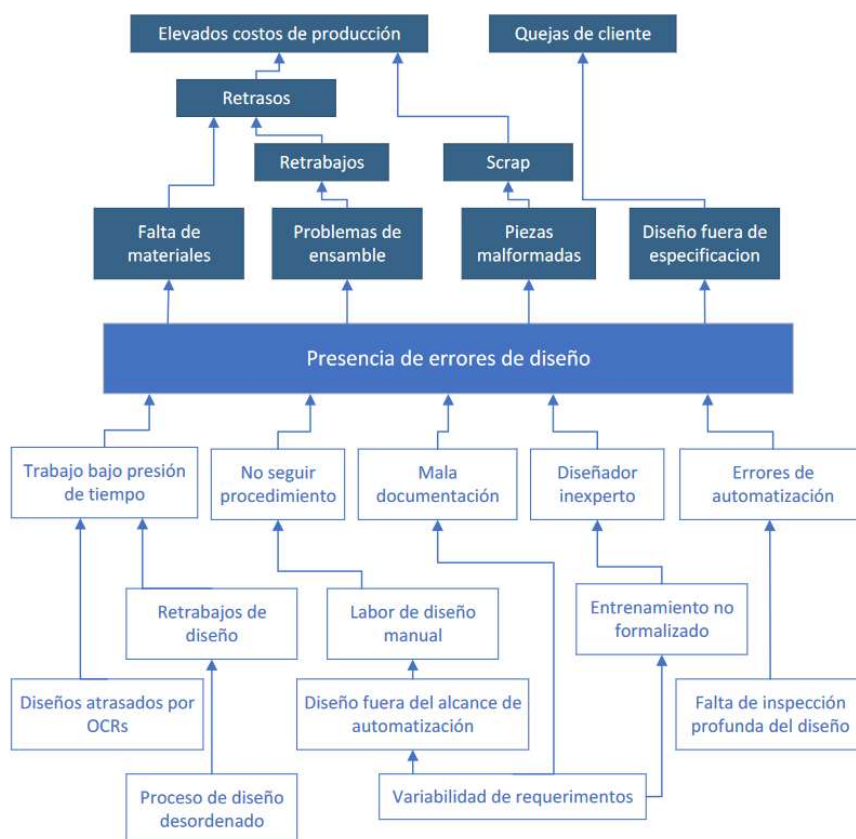
Nota: Matriz de nivel de experiencia por diseñador. Aquí se califica el nivel de dominio del diseño en escala del 1 a 3 para la variedad de requerimientos incluidos en el alcance del producto. A la derecha se puede observar el promedio por tipo de requerimiento. También se muestra la complejidad promedio de las órdenes trabajadas por diseñador al inicio del proyecto. Fuente: elaboración propia.

1.5.6. Primera hipótesis

Los resultados de calidad del 2022 dejan en claro que existe un problema de calidad en el equipo de diseño. Un FPY de 93.4% apenas nos coloca en un nivel sigma 3. Los errores de ingeniería impactan al rendimiento económico de la empresa y también a la calidad percibida por el cliente respecto a nuestros productos y servicios.

Si observamos el mapa de la problemática en la **Ilustración 33**, se muestran los escenarios identificados anteriormente que consideramos origen de la mayoría de los errores de diseño. Estos errores de diseño al final originan retraso, retrabajos, desperdicio y quejas de cliente. Todo esto impacta a los resultados financieros de la empresa.

Ilustración 33. Mapa de la problemática.



Nota. Mapa de la problemática. Aquí se muestran los distintos modos de fallas que originan errores de diseño, sus causas y finalmente el impacto a los resultados de la empresa. Fuente: elaboración propia.

Con la información recabada en la etapa de medición se eligen los siguientes frentes a atacar:

- Proceso de diseño de frentes y tanques manuales: Esta actividad no se encuentra documentada y es un proceso completamente manual.



- Proceso de diseño de ensamblajes de puntas: Cuando se requiere hacer esto de forma manual, para el proceso de puntas de bajo voltaje existe documentación y una herramienta de diseño, pero no han sido suficientes para eliminar los errores; Y para el caso de puntas de alto voltaje, no existe documentación suficiente ni dibujos de referencia.
- Diseños interrumpidos por necesidad de aclaraciones, OCR: El actual proceso ubica la revisión de la información de la cotización muy cercana a la fecha de liberación de diseño. Debido a esto, los diseños son detenidos y cuando se aclaran las dudas, existe mayor presión para finalizarlos. Este trabajo bajo presión y con un proceso de diseño intermitente genera errores.
- Falta de entrenamiento: Las lagunas en el plan de entrenamiento y la falta de un protocolo para dar seguimiento a los diseños realizados por ingenieros inexpertos son otro modo de falla con amplia oportunidad de mejora.

Se buscará atacar estos 4 frentes para obtener la reducción de errores marcada en la meta del proyecto. Para todos estos escenarios se propondrán contramedidas con el objetivo de eliminar o disminuir la incidencia de los errores originados durante estos procesos o por falta de entrenamiento.

1.6. Objetivos de la intervención

Se define el objetivo de la intervención como un objetivo SMART por sus siglas en inglés. El cual cumple las características de ser específico, medible, alcanzable, relevante y a tiempo.

El objetivo es específico a los diseños del equipo de diseño y la calidad de estos. El proceso para medir el FPY de diseño está claramente especificado. En años anteriores se han logrado mejoras cercanas al 10% y se realiza el experimento este año de seguir un proceso más estructurado para superar esa marca. La fecha de finalización está claramente establecida.

Con todo esto se enuncia el objetivo a continuación:

Reducir el porcentaje de unidades afectadas por errores de diseño que lleguen a piso de producción en un 30%, es decir, el FPY de 93.4% actual debe alcanzar 95% al cierre del ciclo del proyecto, al final del 2024.

1.7. Delimitaciones y área funcional por intervenir

La intervención por realizar estará enfocada al departamento de diseño de un solo producto. Los miembros del equipo se encuentran ubicados en las dos oficinas, una en EUA y otra en México. Las mediciones realizadas para apoyar el análisis provienen de los resultados del mismo equipo durante el 2022 y la primera parte del 2023.

El objetivo del proyecto es mejorar los resultados de calidad del proceso de diseño aplicando acciones de mejora sobre el mismo. Es decir, los cambios a ejecutar serán sobre el proceso de diseño y no los procesos de otras áreas. Estos cambios pueden resultar en cambios a las interacciones con otras áreas, pero no sobre los procesos específicos de otras áreas de la empresa.

La medición de resultados se hará sobre los diseños liberados después de la implementación de las acciones de mejora tomando como muestra un lapso de al menos 6 meses de producción.

1.8. Relevancia y pertinencia del trabajo

La reducción de errores de diseño tiene un impacto económico positivo, como ya se ha anunciado en el acta constitutiva del proyecto. Pero este no es el único beneficio. Resolver problemas toma tiempo y energía al equipo de diseño. El tiempo que se invierte en resolver problemas suele ser estresante para el ingeniero responsable del diseño. Dependiendo del tipo de problema, la necesidad de un posible retrabajo costoso o posiblemente perder una fecha de embarque genera mucha visibilidad del problema en la empresa. En muchos casos la situación puede afectar la moral del ingeniero.

Por otro lado, el tiempo que se gana al no tener que atender estas actividades o retrabajos se puede invertir en otro tipo de proyectos. Desde la mejora continua de nuestro propio proceso hasta la introducción de nuevos productos o tecnologías. Estas actividades son más interesantes y gratificantes.

Y finalmente, el proyecto sentará las bases para replicar el proceso posteriormente y continuar el proceso de mejora usando la misma metodología. Al final del proyecto, el nuevo estado actual será el punto de partida para el siguiente ciclo de mejora; y las lecciones aprendidas durante el proyecto proporcionarán la estructura para repetir el ciclo de forma más fluida.

2. Marco conceptual de referencia

2.1. Estado de la cuestión

Los retos que se enfrentan en la etapa de diseño y que ponen en riesgo la calidad de este son similares en otras industrias. Ibrahim Mahamid en su estudio realizado en el 2021 sobre la industria de la construcción de desarrollos residenciales. Buscó identificar las causas principales que retrasan estos proyectos y los motivos detrás de los problemas de diseño que originan estos retrasos. El estudio identificó 4 factores principales:

1. Retrasos en pagos del cliente a los servicios de diseño.
2. Staff dedicado a más de un proyecto a la vez.
3. Copia y modificación de proyectos anteriores para reducir tiempo y costo de diseño.
4. Itinerario apretado para el proceso de diseño.

De estos 4 factores, el primero no aplica a nuestro proyecto. Sin embargo, los otros 3 son escenarios comunes que enfrentan los diseñadores del equipo. Otros factores mencionados y que se encontraban en los primeros lugares de la lista son: Falta de conocimiento, tiempo inadecuado para validar información y cambios en el proyecto en etapas tardías del proceso. Estos otros factores resuenan con el escenario actual del equipo.

En el pasado se lograron grandes mejoras a los problemas de calidad automatizando los tipos de diseño más populares con los clientes. Sin embargo, en los últimos análisis de Pareto, ya no ha sido posible identificar oportunidades similares en la oferta actual. El abanico de

opciones es muy amplio y muy complejos como para ser automatizado a un ritmo que permita alcanzar los objetivos de calidad.

Se podría decir que el proceso de diseño es una actividad que requiere alto involucramiento del personal, pero esto no es necesariamente algo malo. Este tipo de procesos, donde el empleado tiene alto nivel de influencia en el proceso resultan más satisfactorios y propician mejores resultados de calidad, más innovación y menos rotación de personal. Pero esto solo funciona si esta autonomía esta soportada por empoderamiento, entrenamiento, remuneración adecuada y rutas de desarrollo (Peter Boxall et al, 2019).

Buscando mejores prácticas en equipos similares, se realizó una entrevista al encargado del equipo de diseño de una empresa de la rama automotriz. El escenario que enfrentan es muy diferente. En primer lugar, no se diseña para producir una sola pieza, el diseño es manejado como un proyecto etapa-puerta. Es necesario hacer prototipos y varias pruebas antes de llegar al diseño final, el cual será producido cientos de miles de veces. Esto hace que el proceso de diseño abarque meses. Sin embargo, existen prácticas que pueden ser adoptadas. El equipo de ingeniería de diseño en esta empresa alimenta una base de datos de lecciones aprendidas. En ella se documentan los problemas enfrentados y sus soluciones para diferentes tipos de diseños. Todos estos incidentes se ponen a disposición de todos los equipos de diseños, con un índice con palabras clave que hacen fácil la búsqueda de escenarios similares para consulta durante el proceso de diseño. Es decir, un ingeniero trabajando en un proyecto puede buscar proyectos similares para identificar problemas pasados y las soluciones de estos. De esta

forma se evita cometer el mismo error dos veces, sin importar que sean proyectos o equipos diferentes.

La implementación de trabajo estándar en procedimientos que no se encuentran muy bien definidos o documentados es una necesidad casi obvia y seguramente formará parte de las acciones de mejora del proyecto. En este tipo de implementaciones es normal enfrentar fricción de parte del equipo para aceptar la nueva normalidad. Se buscaron recomendaciones para asegurar un exitoso proceso de implementación. H.J de Vries y A. Haverkamp, (2015) proponen las siguientes recomendaciones:

- Establecer una meta y una visión en común.
- Se debe buscar mitigar las diferencias individuales relevantes en aspectos de conocimiento y experiencia.
- Fortalecer el conocimiento grupal, generar una estructura donde todos puedan aprender de los demás.
- Estimular la expresión de ideas, preocupaciones y sentimientos relacionados al proyecto de estandarización.
- Poner especial atención a los niveles de compromiso y en especial a la postura “si podemos”.
- Dar tiempo adecuado para que los miembros del equipo se acostumbren a la idea de que el cambio es necesario.
- Ser flexible, permitir que los empleados tengan influencia en la definición de los cambios en su propio trabajo.

El resultado de estas recomendaciones debería reflejarse una participación más activa en la definición del proceso y mayores niveles de compromiso con la aceptación de este.

2.2. Conceptos y enfoques teóricos relacionados

2.2.1. Manufactura esbelta

El concepto más importante por entender para implementar la manufactura esbelta es el del “Valor” (Munro et al, 2007, p. 23-34). El valor se define por la percepción del cliente respecto al producto o servicio recibido. Es necesario identificar este valor percibido para poder identificar las actividades que agregan valor y las que no.

Un proceso que agrega valor cumple con alguna de estas características:

- El cliente lo reconoce como valioso.
- Cambia o transforma el producto.
- Se hace bien la primera vez.

Ejemplos de actividades que no agregan valor son:

- Retrabajos.
- Sobreproducción.
- Movimientos innecesarios.
- Tiempos de espera.
- Inventarios.
- Traslados de material excesivos.
- Sobre procesamiento.

El objetivo es identificar estas actividades y proponer cambios al proceso que las eliminen. Esto se hace de manera constante y es conocido como la mejora continua del proceso.

2.2.2. Seis sigma esbelto

Seis sigma esbelto es la implementación rigurosa, enfocada y efectiva de las técnicas y principios de calidad comprobados (Pyzdek y Keller, 2017, p. 4–7). El objetivo es reducir los problemas al nivel estadístico que su mismo nombre anuncia, 3.4 defectos por millón.

El proceso es más simple que la gestión de calidad total. Para su ejecución se utilizan solo algunas herramientas y se entrena a un grupo de especialistas para ejecutarlas con competencia. A estos líderes se les denomina “Black belts”.

Seis sigma es la aplicación del método científico para el diseño y operación del sistema de gestión del negocio con el objetivo de agregar el mayor valor a lo que se entrega a los clientes y dueños.

Las herramientas que utiliza seis sigma son ejecutadas siguiendo el modelo de mejora continua DMAIC:

1. Definición.
2. Medición.
3. Análisis.
4. Mejora (Improve).
5. Control.

2.2.3. DMAIC y seis sigma esbelto

La estructura DMAIC provee una estructura de proyecto de estilo “etapa y puerta” (Pyzdek y Keller, 2017, p. 213–215). Para cada etapa está definida una lista de criterios que se deben cumplir. Cuando estos criterios se cumplen el líder del proyecto y sus patrocinadores aprueban el avance a la siguiente fase del proyecto.

A continuación, se describen las distintas fases de la estructura DMAIC y algunas de las herramientas recomendadas por seis sigma que son pertinentes a este proyecto por etapa.

Definición: Planteamiento de metas y creación del acta constitutiva del proyecto. Aquí también se busca obtener promotores y ensamblar el equipo.

- Acta constitutiva del proyecto.
- Mapa del proceso.
- SIPOC.
- Benchmarking.
- Pareto.

Medición: Establecimiento de métricos para monitorear el progreso hacia la meta. Se realiza la medición del estado actual.

- Análisis del sistema de medición.
- Estadísticas descriptivas.
- Definición de métricos.
- Análisis de capacidad de proceso.

- Definición de línea base.
- Pareto.

Análisis: Identificación de oportunidades para cerrar la brecha entre el rendimiento actual y la meta planteada.

- Diagrama de causa y efecto.
- Pareto.
- Diagramas de árbol.
- Lluvia de ideas y diagramas de afinidad.
- Mapa de proceso.
- Estadística enumerativa, prueba de hipótesis.

Mejora: Planteamiento e implementación de ideas de mejora.

- PDCA
- Diseño de experimentos
- AMEF.
- Planeación de proyectos.
- Prototipos y corridas piloto.

Control: institucionalización de los nuevos procesos. Monitoreo estadístico del sistema nuevo.

- Análisis del sistema de medición.
- Mapa de proceso.

- Sistema de reporte.
- AMEF.
- Actualización de documentos de proceso y entrenamiento.

2.2.4. Acta de constitución de proyecto.

Este documento es uno de los principales entregables de la etapa de definición de un proyecto DMAIC. Esta herramienta tiene el objetivo de comunicar los detalles del proyecto a un comité de selección de proyecto y a niveles superiores de la gerencia. A este documento se le considera un documento vivo, ya que evolucionará a lo largo del proyecto. El documento debe ayudar a priorizar proyectos y a decidir a que dedicar recursos (Michael L. George, 2003, p. 273).

2.2.5. Mapa de la cadena de valor VSM.

El flujo de valor se define como las acciones específicas necesarias para llevar un producto a través de las actividades críticas de un negocio (Womack y Jones, 2003):

1. Diseño y resolución de problemas.
2. Manejo de información.
3. Transformación de la materia

Con el mapeo del flujo de valor o cadena de valor, se identifican las oportunidades para agregar valor eliminando desperdicios y mejorando el flujo. Este debe ser considerado el primer paso en el proceso de gestión de la cadena de valor.

Muchas compañías dejan de lado las actividades que no están relacionadas con producción en el análisis de la cadena de valor, pensando que las herramientas de manufactura esbelta no se pueden aplicar flujo de la información. Esto es un error, el flujo de la información alimenta al flujo de producción (Keyte y Locher, 2004). Existen grandes oportunidades de mejora identificando el desperdicio en las actividades administrativas.

Existen dos tipos de mapas de cadena de valor. El de alto nivel, que indica los pasos principales del proceso. Luego existe el mapa de cadena de valor detallado, en este se muestran entradas y salidas de cada etapa del proceso y todos los pasos deben ser especificados.

Un análisis del mapa de cadena de valor necesita cubrir lo siguiente (Vinodh, 2022):

- La secuencia completa del proceso debe ser analizada.
- Deben utilizarse herramientas de diagnóstico de problemas.
- Las áreas de oportunidad deben ser identificadas.
- Análisis cualitativo del proceso para identificar desperdicios.

2.2.6. SIPOC

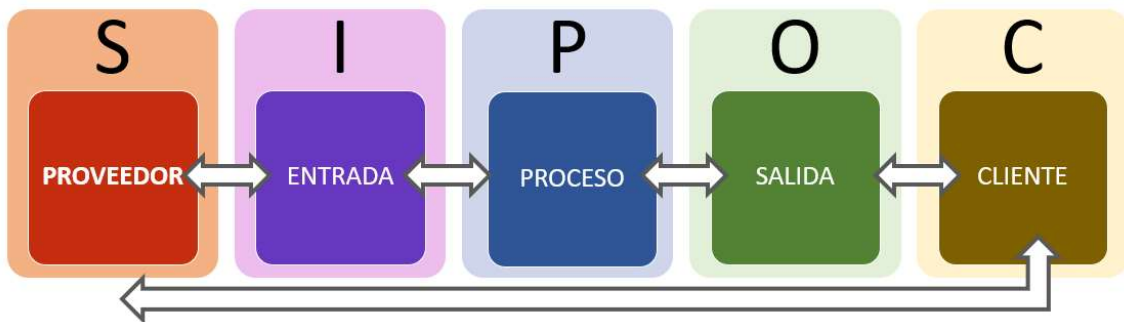
Por sus siglas en inglés:

- Supplier: proveedor.
- Inputs: entradas.
- Process: proceso.
- Outputs: salidas.

- Customer: cliente.

Este es un modelo que muestra la cadena de proceso completa. Lo significativo de este modelo es que muestra el proceso entero en conjunto con los eslabones de retroalimentación para cada componente. Es decir, para cada componente se muestran las entradas y salidas y los proveedores y receptores de estas (Stamatis, 2002, p. 97, 118). El diagrama se estructura como se muestra en la **Ilustración 34**.

Ilustración 34. Ejemplo SIPOC.



Nota. Ejemplo de diagrama SIPOC. Fuente: elaboración propia.

Los componentes del modelo son los siguientes:

- Proceso: actividad que transforma las entradas en salidas agregando valor.
- Salida: el tangible o servicio resultado del proceso.
- Cliente: el que recibe el resultado del proceso.
- Entrada: materiales, recursos o información requerida para ejecutar el proceso.
- Proveedor: el que entrega las entradas para el proceso.
- Frontera: los límites de cada proceso, usualmente separados por entradas y salidas.



2.2.7. Trabajo estándar

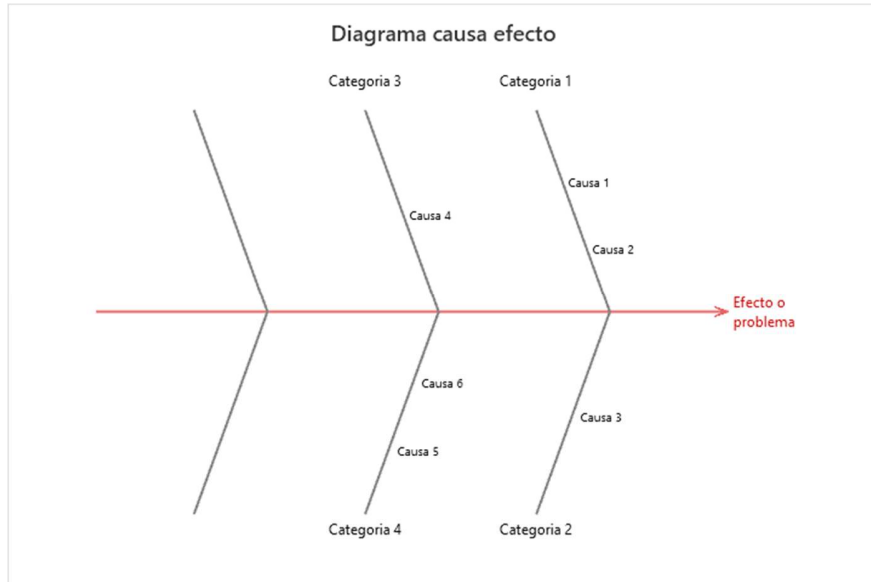
El trabajo estándar es una herramienta cuyo objetivo es reducir las variaciones en el proceso. En ella se define la interacción entre el operador y la maquina durante la producción de una parte. En el trabajo estándar consta de 3 componentes: El tiempo, inventario y secuencia estándar. Un detallado trabajo estándar es una poderosa herramienta de entrenamiento y es un requerimiento base de los sistemas de gestión de calidad.

2.2.8. Diagrama causa y efecto

El diagrama causa efecto es una representación visual de las posibles causas de un problema. Aunque se puede realizar de manera individual, el resultado es mejor si se trabaja con un equipo multifuncional.

Para realizar el diagrama, primero se debe definir un efecto o problema, este se localiza a la derecha del diagrama apuntado por una flecha. A continuación, se deben elegir las categorías o subdivisiones de las causas, estas se localizan en paralelo a la flecha central. Finalmente se realiza una lluvia de ideas de las posibles causas detrás del problema en cuestión; estas se anotan dentro de cada categoría o subdivisión, **Ilustración 35**.

Ilustración 35. Ejemplo Ishikawa.



Nota. Ejemplo de diagrama causa efecto o Ishikawa. Fuente: elaboración propia en Minitab.

El análisis del diagrama causa efecto puede revelar relaciones antes no identificadas como parte del problema. Sirve como herramienta para guardar ideas. Finalmente nos ayudara a identificar las causas que más probablemente sean el origen de nuestro problema (Harrington y Voehl, 2016, pp. 39-45).

2.2.9. AMEF

El análisis de modo y efecto de falla es una metodología de identificación y prevención de problemas en procesos, diseño y fabricación de productos.

Se tiene evidencia de su uso desde los finales de los 40s por el departamento de defensa de los estados unidos y en su versión refinada en los 70s por la industria aeroespacial. En los años 90s obtiene un gran auge en su implementación en los sistemas de calidad.

La metodología ayuda en la selección de alternativas de diseño con alta confiabilidad, garantiza que todos los modos de falla y sus efectos sean considerados, proporciona una base para planificar pruebas y el mantenimiento de los sistemas.

Un modo de falla es la forma total, parcial o intermitente en que un producto, proceso o servicio puede fallar. La causa de la falla son las razones por las cuales se presentan los modos de falla. El efecto de la falla es la consecuencia de la ocurrencia de la falla, es lo que puede implicar al cliente o usuario que una falla se presente en un producto o servicio (Mejía Quijano, 2013, p. 155-159)

2.2.10. PDCA

Por sus siglas en inglés: Plan-do-check-act. Esta metodología ofrece una estructura al proceso de mejora de procesos, productos y servicios (Harrington y Voehl, 2016, pp. 127-132). Como la mayoría de las metodologías, funciona mejor si se ejecuta en un equipo multifuncional. El ciclo de operación consta de 4 etapas:

- **Planear:** En esta etapa se debe definir el objetivo o meta. Para poder iniciar esta etapa, es necesario tener bien identificado el estado actual. Se proponen cambios, acciones y pruebas necesarias para atacar las posibles causas de la problemática a resolver.
- **Hacer:** Se realizan las acciones definidas en la etapa anterior, de preferencia en una escala pequeña. Es importante recabar datos y documentar los resultados.
- **Comprobar:** Se evalúan los resultados de la etapa anterior. Hay que validar que las acciones propuestas nos llevan al resultado deseado.

- **Actuar:** Si el resultado de las acciones fue el deseado, hay que implementar el cambio. Hay que llevar a cabo la documentación de los cambios. Se debe dar el entrenamiento necesario para la nueva normalidad. También se debe comunicar del cambio a todas las áreas pertinentes. Si los resultados no fueran los buscados, se descartan los cambios y se reinicia el ciclo.

2.2.11. Diseño de experimentos

DOE por sus siglas en inglés es un método estructurado que nos permite identificar los factores que contribuyen en mayor porcentaje a la variación de un proceso. En un inicio se necesita identificar los factores o variables a analizar. Para hacer esto es necesario tener un mapa del proceso y realizar una lluvia de ideas para elegir los factores que se consideren importantes. Con ellos se hace un árbol de pruebas que contemple los valores mínimos y máximos de cada factor. Haciendo uso de un prototipo y realizando las pruebas de preferencia en un laboratorio, se pueden hacer corridas para cada escenario existente combinando las distintas variables. El análisis de los resultados de las pruebas nos permitirá identificar los factores que tienen mayor impacto en el resultado (Ojeda, 2012, pp. 196-214).

2.2.12. Desperdicios

Las 3 Ms son los enemigos de la manufactura esbelta, (Liker, 2021, pp. 92, 93). Las 3 Ms son los tres tipos de desperdicio a eliminar:

- **Muda:** Desperdicio u obstáculo en japones. Este tipo de desperdicio engloba las 7 actividades que no agregan valor mencionadas previamente. Suele ser el foco principal del esfuerzo de mejora continua, pero solo enfocarse en este tipo de desperdicio puede afectar a la productividad.

- Mura: Se traduce como variabilidad, irregularidad o inconsistencia. La irregularidad del ritmo de producción genera desperdicio. Ya sea porque existe más trabajo del que se puede realizar con los recursos disponibles; o porque no se tiene trabajo para ocupar los recursos disponibles.
- Muri: Sobrecarga. Sucede cuando se sobrecarga a las máquinas o a las personas y las empujamos más allá de sus límites. Esto puede generar defectos o averías en el caso de la maquinaria. En el caso de las personas existen riesgos de salud y seguridad.

2.2.13. Plan de control

Un plan de control es un documento vivo que debe identificar las entradas críticas o las variables de salida y las actividades asociadas que deben ser ejecutadas para mantener control sobre la variación del proceso, producto o servicio evitando así la desviación de los resultados deseados.

Estos documentos son definidos en la fase de control del proyecto DMAIC. Es importante que el documento identifique responsables de las acciones definidas en el plan de control. El documento debe mantenerse actualizado reflejando el estado actual del proceso (Kubiat y Benbow, 2009, pp. 406, 407).

3. Marco metodológico de referencia

Siguiendo la estructura de un proyecto DMAIC, en este apartado se realizará el análisis de las diferentes problemáticas en búsqueda de las áreas de oportunidad. Del resultado de este análisis surgirán las diferentes acciones de mejora. El ejercicio para el análisis de problemas de frente, tanque y puntas será muy similar, debido a que la problemática es muy parecida en ambos pasos del proceso de diseño. Para los problemas generados por las clarificaciones en órdenes y las necesidades de entrenamiento se utilizarán herramientas diferentes. En los apartados siguientes se describe el proceso a seguir para cada problemática.

3.1. Errores de diseño en frentes y tanques.

Las herramientas que se consideraron necesarias para el análisis de la problemática se muestran en el siguiente cronograma, **Tabla 7**. Es importante resaltar que todas las herramientas se ejecutaron en grupo con el equipo de diseño a lo largo de varias sesiones de trabajo, esto se hizo para asegurar que las acciones de mejora surjan del mismo equipo facilitando así la aceptación de las mejoras al proceso:

Tabla 7. Cronograma análisis frentes y tanques.

| Herramienta | Cronograma semanal |
|---|--------------------|
| Diagrama Causa efecto | Semana 1 |
| Diagrama de árbol | Semana 2 |
| FMEA (Análisis de Modo de Falla y Efecto) | Semana 4 |
| Estratificación de datos | Semana 5 |
| Gráficas de frecuencia estratificadas | Semana 5 |
| Análisis de prioridades | Semana 6 |
| Pruebas de Hipótesis | Semana 7 |
| DOE (Diseño de Experimentos) | Semana 8 |

Nota: Cronograma para la etapa de análisis para el proceso de diseño de frentes y tanques. Fuente: elaboración propia.

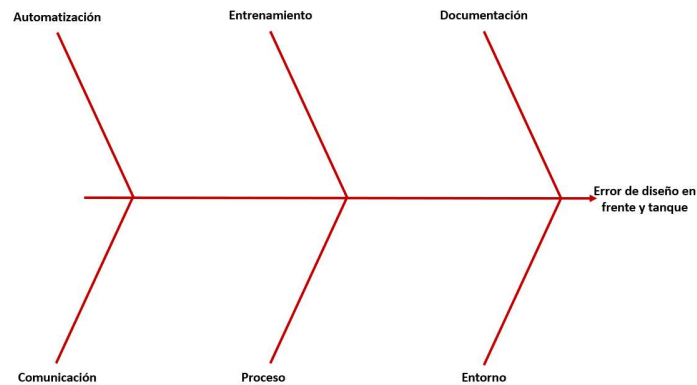
3.1.1. Diagrama causa efecto.

Se realizó una sesión de trabajo con una parte del grupo de diseño. Se seleccionaron 5 miembros del equipo, abarcando los diferentes niveles de experiencia. Además, se incluyó en la sesión al ingeniero de automatización del sitio el cual previamente fue ingeniero de diseño.

Para el formato del diagrama se decidió no utilizar el típico grupo de causas. En lugar de agrupar las causas en operador, máquina, método, material, medición y medio ambiente; se optó por definir uno propio. El primer parte de la sesión se dedicó a definir los grupos de

causas considerados como relevantes al proceso de diseño que sigue el equipo. El resultado fue el siguiente, **Ilustración 36**:

Ilustración 36. *Ishikawa específico del proyecto.*



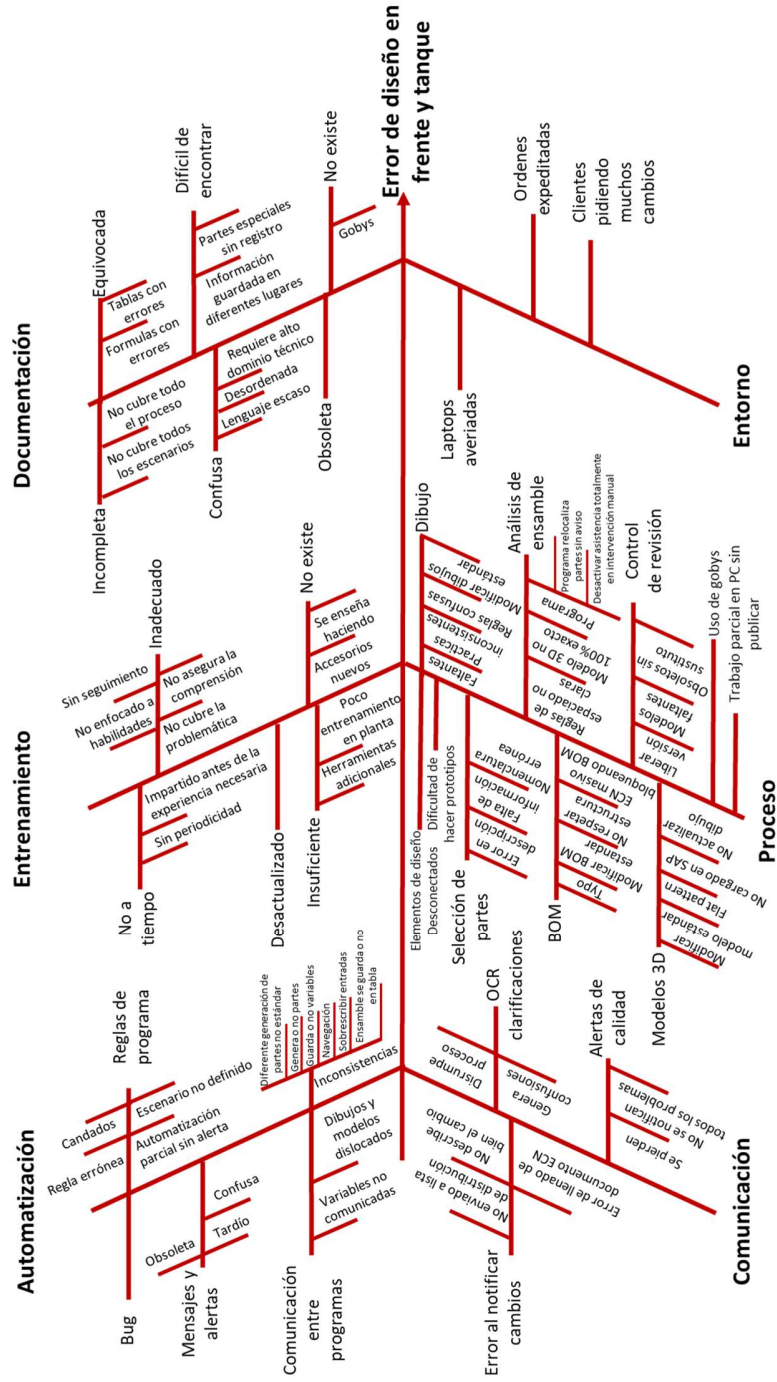
Nota: *Esqueleto del diagrama definido para el análisis causa y efecto. Fuente: elaboración propia.*

Se planteó el objetivo de identificar a detalle la mayor cantidad de causas posibles para errores de diseño. Esto se hizo con el objetivo de utilizar este análisis como base para futuras sesiones enfocadas a otros ensambles. Existen muchas similitudes en el diseño de diferentes componentes del producto, esto hace que los modos de falla sean compartidos.

El resultado de la sesión se muestra en la **Ilustración 37**. Para identificar las causas más relevantes se realizará más adelante un análisis de modo de falla y efecto, AMEF. Esto se hace para no seleccionar las causas a atacar simplemente por percepción, es mejor fundamentar la selección basándose en un proceso formal de análisis.

Para poder alimentar de más información al AMEF referente al impacto de los modos de falla en el proceso es necesario identificar las afectaciones de estos en el resultado final del diseño. Para eso, en el siguiente apartado, se realizó un diagrama de árbol de los problemas del proceso.

Ilustración 37. Diagrama causa raíz.



Nota: Diagrama causa raíz elaborado en conjunto con el equipo de diseño. Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Diagrama de árbol errores de frente y tanque.

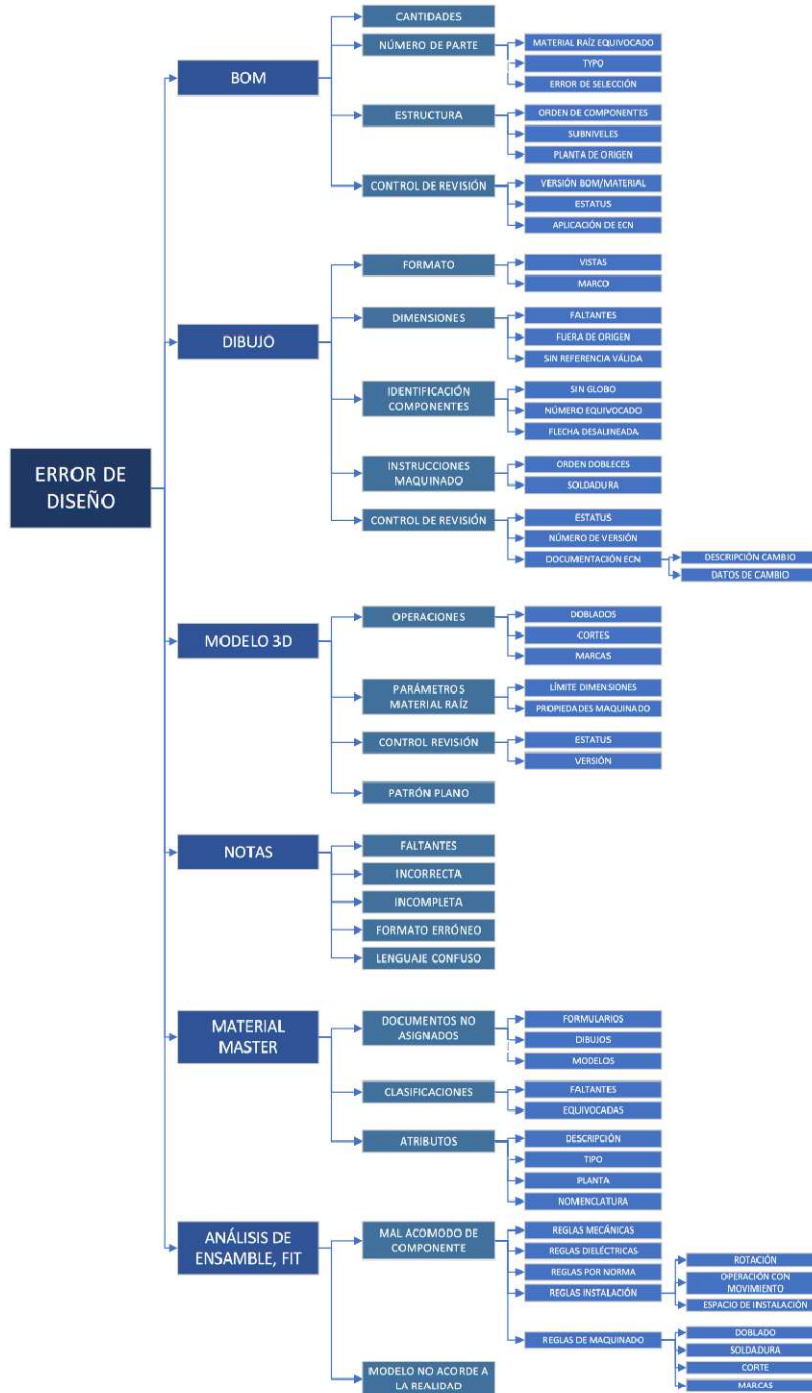
Se realizó una sesión de trabajo conformada con una parte del equipo, de manera similar a las sesiones realizadas para el diagrama causa/efecto. En la sesión se buscó identificar todos los tipos de errores de diseño que se tienen identificados en el proceso de diseño. Esta herramienta proveerá información útil para ejecutar el análisis de modos de falla.

Para darle forma al diagrama se consideraron los componentes de la información de salida proveniente del proceso de diseño de estos ensambles. Se tiene identificado que toda la información de manufactura de estos ensambles se presenta en forma de:

- Billetes de materiales, BOM.
- Dibujos de parte y de ensamble.
- Modelos 3d para maquinaria de manufactura.
- Notas de manufactura.
- Máster del material en SAP.
- Modelo 3d para análisis de ensamble mecánico y dieléctrico.

Para cada uno de los grupos se enumeraron las diferentes formas en que se pueden presentar los errores de diseño. Todo esto basado en la experiencia propia de los mismos miembros del equipo. El resultado se muestra en la **Ilustración 38** .

Ilustración 38. Diagrama de árbol frente y tanque.



Nota: Diagrama de árbol de errores de diseño. Fuente: elaboración propia.

3.1.3. AMEF frente y tanque

Utilizando la información del diagrama causa y efecto al igual que los problemas identificados en el diagrama de árbol, se realizó un análisis de modo y efectos de falla. Al tener disponible una lista de modos de falla y los efectos de estos mismos, las sesiones de trabajo fueron más productivas y se logró un análisis muy detallado de los procesos.

Para evitar extenderse demasiado se decidió enfocar el análisis a las salidas del proceso que se tienen identificadas como las más comúnmente afectadas por los modos de falla y las cuales se consideró que tendrían mayor impacto en los resultados de la operación. Las salidas elegidas fueron las ligadas al proceso de generación del BOM, dibujos, modelos 3d de producción y el modelo 3d de análisis de ensamble. Revisando los datos históricos de errores, no se tienen registros de problemas relacionados con las notas de manufactura, estas suelen ser problemáticas en otro tipo de procesos, pero no en el que se está analizando en este proyecto. Por otro lado, el máster del material en SAP puede ser un problema en otros ensambles; pero rara vez se tiene que generar o modificar uno para los frentes y tanques, por eso mismo existen muy pocas instancias de problemas con ellos; la poca frecuencia con que sucede este proceso justifica no incluirlo en el análisis.

Los análisis se realizaron en distintas sesiones enfocadas a cada uno de los procesos. Los resultados se muestran en las siguientes ilustraciones (**Ilustración 39, Ilustración 40, Ilustración 41 e Ilustración 42**):

Ilustración 39. AMEF generación de BOM.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Cause(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DET | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV | OCC | DET | RPN |
|---|---|---|--|-----------------------------|---|-----------------------------------|---|--|-----------------------|--|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0 - Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rate per SEV table | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Usability/OCC table per COC table | What are the existing DESIGN controls to detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Rate of failure based on detection control per DET table | SEV x OCC x DET = RPN | For items with high SEV, and/or high RPN | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after action taken | OCC after action taken | DET after action taken | RPN after action taken |
| 1 | Deliver a production BOM | Wrong quantity on a special time part | If less than needed it will delay shipping date waiting for the part | 5 | TYPO QTY | 5 | Bommodel comparator | 2 | 50 | | | | | | | 0 |
| 1 | Deliver a production BOM | Wrong quantity on a special time part | If less than needed it will delay shipping date waiting for the part | 5 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 60 | | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver a production BOM | Wrong quantity on a special time part | Building excess inventory of a component | 2 | TYPO QTY | 5 | Bommodel comparator | 2 | 20 | | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver a production BOM | Wrong quantity on a special time part | Building excess inventory of a component | 2 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 24 | | | | | | | 0 |
| 3 | Deliver a production BOM | Wrong quantity on a stock part | If too many, costing will be affected | 2 | TYPO QTY | 5 | Bommodel comparator | 2 | 20 | | | | | | | 0 |
| 3 | Deliver a production BOM | Wrong quantity on a stock part | If too many, costing will be affected | 2 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 24 | | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Delay shipping date waiting for the part | 5 | TYPO PART# | 6 | Bommodel comparator | 2 | 60 | | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Delay shipping date waiting for the part | 5 | Goby error | 4 | Cross check | 5 | 140 | | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Delay shipping date waiting for the part | 5 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 84 | | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Delay shipping date waiting for the part | 5 | Wrong part in DS | 1 | Without | 10 | 70 | | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Delay shipping date waiting for the part | 5 | No documentation available | 3 | Cross check | 4 | 60 | | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Delay shipping date waiting for the part | 5 | Bad material description | 2 | Cross check | 7 | 70 | | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Wrong part welded not noticed until late in production | 7 | TYPO PART# | 6 | Bommodel comparator | 2 | 84 | | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Wrong part welded not noticed until late in production | 7 | Goby error | 4 | Cross check | 5 | 140 | | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Wrong part welded not noticed until late in production | 7 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 84 | | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Wrong part welded not noticed until late in production | 7 | Wrong part in DS | 1 | Without | 10 | 70 | | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Wrong part welded not noticed until late in production | 7 | No documentation available | 3 | Cross check | 4 | 84 | | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Wrong part welded not noticed until late in production | 7 | Bad material description | 2 | Cross check | 7 | 98 | | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Scrap part | 3 | TYPO PART# | 6 | Bommodel comparator | 2 | 36 | | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Scrap part | 3 | Goby error | 4 | Cross check | 5 | 60 | | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Scrap part | 3 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 36 | | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Scrap part | 3 | Wrong part in DS | 1 | Without | 10 | 30 | | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Scrap part | 3 | No documentation available | 3 | Cross check | 4 | 36 | | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Scrap part | 3 | Bad material description | 2 | Cross check | 7 | 42 | | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Use of mild steel on a non corrosive application | 6 | TYPO PART# | 6 | Bommodel comparator | 2 | 72 | | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Use of mild steel on a non corrosive application | 6 | Goby error | 4 | Cross check | 5 | 120 | | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Use of mild steel on a non corrosive application | 6 | Not saving changes | 6 | Bommodel comparator | 2 | 72 | | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Use of mild steel on a non corrosive application | 6 | Wrong part in DS | 1 | Without | 10 | 60 | | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Use of mild steel on a non corrosive application | 6 | No documentation available | 3 | Cross check | 4 | 72 | | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver a production BOM | Wrong part number special time part | Use of mild steel on a non corrosive application | 6 | Bad material description | 2 | Cross check | 7 | 84 | | | | | | | 0 |
| 8 | Deliver a production BOM | Items in the wrong order on S level | Routing error | 1 | Special task design completely outside of automation | 1 | Without control | 10 | 10 | | | | | | | 0 |
| 8 | Deliver a production BOM | Not including part line level in bom structure | Routing error | 1 | Special task design completely outside of automation | 1 | Without control | 10 | 10 | | | | | | | 0 |
| 9 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Not sending ECN to the correct mail chain | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | | | | | | | 0 |
| 9 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | ECN with wrong date | 1 | Procedure/training | 8 | 64 | | | | | | | 0 |
| 9 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Wrong ECN document inputs | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | | | | | | | 0 |
| 10 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Rework and scrap | 6 | Not sending ECN to the correct mail chain | 3 | Procedure/training | 8 | 144 | | | | | | | 0 |
| 10 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Rework and scrap | 6 | ECN with wrong date | 1 | Procedure/training | 8 | 48 | | | | | | | 0 |
| 10 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Rework and scrap | 6 | Wrong ECN document inputs | 3 | Procedure/training | 8 | 144 | | | | | | | 0 |
| 11 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Delay waiting for part not ordered | 6 | Not sending ECN to the correct mail chain | 3 | Procedure/training | 8 | 144 | | | | | | | 0 |
| 11 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Delay waiting for part not ordered | 6 | ECN with wrong date | 1 | Procedure/training | 8 | 48 | | | | | | | 0 |
| 11 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Delay waiting for part not ordered | 6 | Wrong ECN document inputs | 3 | Procedure/training | 8 | 144 | | | | | | | 0 |
| 12 | Deliver a production BOM | Status not released | Routing issue | 1 | Not following procedure | 2 | Procedure/training | 8 | 16 | | | | | | | 0 |
| 13 | Deliver a production BOM | Status not released | BOM with long lead times component not routed | 6 | Not following procedure | 2 | Procedure/training | 8 | 96 | | | | | | | 0 |
| 13 | Deliver a production BOM | Status not released | BOM with long lead times component not routed | 6 | Not saving changes | 6 | Unreleased BOM browsing | 4 | 144 | | | | | | | 0 |

Nota: AMEF para proceso de generación de BOM. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 40. AMEF elaboración de dibujos.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Cause(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DFT | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV after action taken | OCC after action taken | RPN after action |
|---|---|--|--|------------------------------|---|---------------------------------|---|--|-----------------------|---|---|---|------------------------|------------------------|------------------|
| 0 - Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rank per SEV tables | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Likelihood of OCC after release | What are the existing DESIGN controls that detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Name of the box in the OCC column and DET labels | SEV * OCC * DET = RPN | For items with high SEV, and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after action taken | OCC after action taken | RPN after action |
| 1 | Deliver an assembly drawing | Component without dimension | Delayed unit waiting for dimension | 2 | Lack of training and documentation | 3 | Cross check | 3 | 18 | | | | | | 0 |
| 1 | Deliver an assembly drawing | Component without dimension | Delayed unit waiting for dimension | 2 | Not following checking procedure | 6 | Cross check | 3 | 36 | | | | | | 0 |
| 1 | Deliver an assembly drawing | Component without dimension | Delayed unit waiting for dimension | 2 | Not releasing last revision | 3 | Cross check | 4 | 24 | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver an assembly drawing | Component without Balloon | Delayed unit waiting for dimension | 2 | Lack of training and documentation | 3 | Cross check | 3 | 18 | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver an assembly drawing | Component without Balloon | Delayed unit waiting for dimension | 2 | Not following checking procedure | 5 | Cross check | 3 | 30 | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver an assembly drawing | Component without Balloon | Delayed unit waiting for dimension | 2 | Not releasing last revision | 3 | Cross check | 4 | 24 | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver an assembly drawing | Component without Balloon | Unidentified item ends up missing in BOM too | 5 | Lack of training and documentation | 3 | Bom/model comparator | 2 | 30 | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver an assembly drawing | Component without Balloon | Unidentified item ends up missing in BOM too | 5 | Not following checking procedure | 5 | Bom/model comparator | 2 | 20 | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver an assembly drawing | Component without Balloon | Unidentified item ends up missing in BOM too | 5 | Not releasing last revision | 3 | Cross check | 4 | 24 | | | | | | 0 |
| 3 | Deliver an assembly drawing | Wrong dimension | Bad origin | 7 | Lack of training and documentation | 2 | Cross check | 8 | 32 | | | | | | 0 |
| 3 | Deliver an assembly drawing | Wrong dimension | Bad origin | 7 | Lack of standardized process | 2 | Cross check | 8 | 112 | | | | | | 0 |
| 4 | Deliver an assembly drawing | Missing CTOs | Possible affection to the customer | 7 | Lack of training and documentation | 1 | Cross check | 7 | 49 | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Delay clarifying | 2 | Not following procedure | 2 | Cross check | 7 | 28 | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Delay clarifying | 2 | not releasing last version | 2 | Cross check | 5 | 20 | | | | | | 0 |
| 5 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Delay clarifying | 2 | Changes after release with no ECN | 5 | Without | 10 | 100 | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Weld on wrong place | 7 | Not following procedure | 2 | Cross check | 10 | 140 | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Weld on wrong place | 7 | not releasing last version | 2 | Cross check | 4 | 56 | | | | | | 0 |
| 6 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Weld on wrong place | 7 | Changes after release with no ECN | 3 | Without | 10 | 210 | | | | | | 0 |
| 7 | Deliver an assembly drawing | Marks in drawing that shouldn't be there | Delay to clarify | 2 | Inventor model failure | 3 | Cross check | 2 | 12 | | | | | | 0 |
| 8 | Deliver an assembly drawing | Lack of views to clarify component placement | Delay to clarify | 2 | Lack of training and documentation | 3 | Cross check | 5 | 30 | | | | | | 0 |
| 9 | Deliver an assembly drawing | Dimensions overlapping | Drawing hard to understand | 4 | Lack of training and documentation | 3 | Cross check | 3 | 36 | | | | | | 0 |

Nota: AMEF para proceso de elaboración de dibujos. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 41. AMEF elaboración de modelos 3d.

| Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Causes(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DET | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV | OCC | RPN |
|--|--|--|------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|-----------------------|---|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rate per SEV values | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Likelihood of failure arising per OCC | What are the existing DESIGN controls to detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Rank of the existing detection controls per DET | SEV * OCC * DET = RPN | For items with high SEV, and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after action taken | DET after action taken | RPN after action taken |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Two accessory components collide | 7 | Working outside of PSD constraints | 5 | Cross check | 5 | 175 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Component does not meet dielectric clearance | 8 | Program error | 2 | Cross check | 8 | 128 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Component does not meet dielectric clearance | 8 | Working outside of PSD constraints | 4 | Cross check | 5 | 160 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | Not using the component 3d model to validate provision layout | 4 | Cross check | 6 | 168 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | Component changed later in design process | 6 | Cross check | 6 | 252 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | CHC | 3 | NA | 10 | 210 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Not using the component 3d model to validate provision layout | 5 | Cross check | 5 | 175 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Goby | 4 | Cross check | 5 | 140 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Difficulty to visualize assembly operation | 4 | Cross check | 6 | 168 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Working outside of PSD constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Not using the component 3d model to validate provision layout | 5 | Cross check | 4 | 140 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Goby | 4 | Cross check | 5 | 140 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Difficulty to visualize assembly operation | 4 | Cross check | 6 | 168 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Working outside of PSD constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Frontplate and tank do not assemble together | Frontplate and tank that use different types of covers | 7 | Component changed later in design process | 3 | Cross check | 7 | 147 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Frontplate and tank do not assemble together | New frontplate dont meet clearances for some components against tank items | 6 | PSD moving items without the designer noticing when going back to return | 3 | Cross check | 8 | 144 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Not providing provisions for special feature | Rework frontplate or tank layout | 6 | CHC adding or removing items later in the process | 3 | NA | 10 | 180 | | | | | | 0 |
| Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Not providing provisions for special feature | Rework frontplate or tank layout | 6 | Design process interrupted and completed at different dates | 7 | Design notes | 5 | 210 | | | | | | 0 |

Nota: AMEF para modelado 3d de análisis de ensamble. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 42. AMEF modelos 3d.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Cause(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DFT | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV after action taken | OCC after action taken | RPN after action taken |
|---|---|--|--|------------------------------|---|----------------------------------|---|---|-----------------------|---|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0 - Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rank per SEV tables | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Likelihood of OCC per COC tables | What are the existing DESIGN controls that detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Number of the times the mode occurred before the item is released to production | SEV * OCC * DFT = RPN | For items with high SEV, and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after action taken | OCC after action taken | RPN after action taken |
| 1 | Generate IPT models for production | Error in flat pattern | Piece could be bent backwards and scrapped | 5 | Inventor model crashes and changes the flat pattern | 3 | Cross check | 8 | 120 | | | | | | 0 |
| 1 | Generate IPT models for production | Error in flat pattern | Piece could be bent backwards and scrapped | 5 | Lack of training | 4 | Cross check | 8 | 160 | | | | | | 0 |
| 2 | Generate IPT models for production | Error in flat pattern | Problem placing marks in the part | 4 | Inventor model crashes and changes the flat pattern | 3 | Cross check | 8 | 96 | | | | | | 0 |
| 2 | Generate IPT models for production | Error in flat pattern | Problem placing marks in the part | 4 | Lack of training | 4 | Cross check | 8 | 128 | | | | | | 0 |
| 6 | Generate IPT models for production | Last version not released or updated | Part is wrong and its welded affecting final assy | 7 | Not saving changes | 6 | Cross check | 3 | 126 | | | | | | 0 |
| 6 | Generate IPT models for production | Last version not released or updated | Part is wrong and its welded affecting final assy | 7 | CHC adding or removing items later in the process | 3 | Cross check | 8 | 168 | | | | | | 0 |
| 7 | Generate IPT models for production | Last version not released or updated | Part is wrong and its welded affecting customer | 8 | CHC adding or removing items later in the process | 3 | Cross check | 8 | 192 | | | | | | 0 |
| 8 | Generate IPT models for production | Wrong material parameters in inventor | Part cant be built as modeled | 4 | Goby error | 3 | Cross check | 8 | 96 | | | | | | 0 |
| 8 | Generate IPT models for production | Wrong material parameters in inventor | Part cant be built as modeled | 4 | Lack of training | 3 | Cross check | 8 | 96 | | | | | | 0 |
| 9 | Generate IPT models for production | Wrong material parameters in inventor | Part is built and does not meet dimensions/requirments | 6 | Goby error | 3 | Cross check | 8 | 144 | | | | | | 0 |
| 9 | Generate IPT models for production | Wrong material parameters in inventor | Part is built and does not meet dimensions/requirments | 6 | Completely new parts outside of automation scope | 2 | Cross check | 8 | 96 | | | | | | 0 |
| 9 | Generate IPT models for production | Wrong material parameters in inventor | Part is built and does not meet dimensions/requirments | 6 | Lack of training | 3 | Cross check | 8 | 144 | | | | | | 0 |
| 10 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Part cant be cut or bent | 3 | Goby error | 3 | Cross check | 9 | 81 | | | | | | 0 |
| 10 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Part cant be cut or bent | 3 | Lack of training | 3 | Cross check | 9 | 81 | | | | | | 0 |
| 10 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Part cant be cut or bent | 3 | Lack of knowledge of shop constraints | 3 | Cross check | 9 | 81 | | | | | | 0 |
| 11 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Damage to equipment | 8 | Goby error | 2 | Cross check | 9 | 144 | | | | | | 0 |
| 11 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Damage to equipment | 8 | Completely new parts outside of automation scope | 2 | Cross check | 9 | 144 | | | | | | 0 |
| 11 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Damage to equipment | 8 | Lack of training | 2 | Cross check | 9 | 144 | | | | | | 0 |
| 11 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant build it | Damage to equipment | 8 | Lack of knowledge of shop constraints | 3 | Cross check | 9 | 216 | | | | | | 0 |
| 12 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components wont fit into provisions | 5 | Wrong model used to generate layout | 3 | Cross check | 7 | 105 | | | | | | 0 |
| 12 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components wont fit into provisions | 5 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 180 | | | | | | 0 |
| 13 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Not meeting customer dimensions | 8 | Dimension not validated | 4 | Cross check | 3 | 96 | | | | | | 0 |
| 14 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Lack of models from components to validate | 3 | Cross check | 5 | 90 | | | | | | 0 |
| 14 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Wrong model used to generate layout | 3 | Cross check | 7 | 126 | | | | | | 0 |
| 14 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 216 | | | | | | 0 |
| 14 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Contruction model not used to validate fit | 5 | Cross check | 5 | 150 | | | | | | 0 |
| 15 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Items belong to different assembly models | 5 | Cross check | 5 | 150 | | | | | | 0 |
| 15 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Tank limits are not easily visible in frontplate | 6 | Cross check | 5 | 180 | | | | | | 0 |
| 15 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Oil level is not visible in assembly drawings | 6 | Cross check | 5 | 180 | | | | | | 0 |
| 16 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Not meeting dielectrical distances | 7 | Items belong to different assembly models | 5 | Cross check | 5 | 175 | | | | | | 0 |
| 16 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Not meeting dielectrical distances | 7 | Contruction model not used to validate fit | 5 | Cross check | 5 | 175 | | | | | | 0 |
| 16 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Not meeting dielectrical distances | 7 | Wrong model used to generate layout | 3 | Cross check | 5 | 105 | | | | | | 0 |
| 17 | Generate IPT models for production | Inventor with bad operation settings | Adding holes that are not required | 5 | Lack of training | 4 | Cross check | 5 | 100 | | | | | | 0 |
| 19 | Generate IPT models for production | Inventor with bad operation settings | Damage to equipment | 8 | Lack of training | 4 | Cross check | 5 | 160 | | | | | | 0 |
| 20 | Generate IPT models for production | Inventor with bad operation settings | Operations are omitted | 5 | Lack of training | 4 | Cross check | 5 | 100 | | | | | | 0 |
| 21 | Generate IPT models for production | Inventor version generate ipt model errors | Operations are omitted | 5 | Designer updated the subdesk version not knowing it would generate issues | 3 | Cross check | 8 | 120 | | | | | | 0 |

Nota: AMEF generación de modelos 3d para manufactura. Fuente: elaboración propia.

Una vez terminada la primera etapa del AMEF, se ordenan de mayor a menor todos los elementos de las tablas para identificar los problemas con mayor índice de RPN. Aquellos que representan mayor riesgo combinando su nivel de severidad, ocurrencia y dificultad de detección. Al filtrar las tablas se obtiene la siguiente tabla consolidada, **Ilustración 43**. Estas son las áreas de oportunidad más relevantes y para las cuales se deben proponer acciones de mejora que reduzcan el nivel de riesgo de cada escenario, RPN.

Ilustración 43. Modos de falla con mayor índice de riesgo.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | S e v e r i t y | Potential Cause(s) of Failure | O c c u r r e n c e | Current DESIGN Controls - Detection - | D i f f i c u l t a d | R i e s g o | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | S e v e r i t y | O c c u r r e n c e | D i f f i c u l t a d | R i e s g o |
|---|---|--|--|--------------------------------------|---|--|---|--|----------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--|---|----------------------------|
| 0 - Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rank per: SEV Value | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Method of failure prevention | What are the existing DESIGN controls to detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Rank of the best used detection control per DET table. | SEV, OCC, DET + RPN | For items with high SEV, and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after actions taken | OCC after actions taken | DET after actions taken | RPN after actions taken |
| 1 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Not sending ECN to the correct mail chain | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | | | | | | | 0 |
| 2 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Wrong ECN document inputs | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | | | | | | | 0 |
| 3 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Weld on wrong place | 7 | Changes after release with no ECN | 3 | ZCS'12 | 9 | 189 | | | | | | | 0 |
| 4 | Validate layout meets production | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | Component changed later in design process | 6 | Cross check | 6 | 252 | | | | | | | 0 |
| 5 | Validate layout meets production | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | CHC | 3 | NA | 10 | 210 | | | | | | | 0 |
| 6 | Validate layout meets production | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Working outside of P3D constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | | | | | | | 0 |
| 7 | Validate layout meets production | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Working outside of P3D constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | | | | | | | 0 |
| 8 | Validate layout meets production | Not providing provisions for special feature | Rework fronplate or tank layout | 6 | Design process interrupted and completed at different dates | 7 | Design notes | 5 | 210 | | | | | | | 0 |
| 9 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 216 | | | | | | | 0 |
| 10 | Validate layout meets production | Not providing provisions for special feature | Rework fronplate or tank layout | 6 | CHC adding or removing items later in the process | 3 | NA | 10 | 180 | | | | | | | 0 |
| 11 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components wont fit into provisions | 5 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 180 | | | | | | | 0 |
| 12 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Tank limits are not easily visible in fronplate | 6 | Cross check | 5 | 180 | | | | | | | 0 |

Nota: Índice de riesgo calculado para cada modo de falla. Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Acciones de mejora y matriz de prioridades

Una vez identificados los riesgos mayores, se tuvo una sesión de lluvia de ideas para proponer acciones de mejora que pudieran reducir el riesgo de los modos de falla identificados de mayor riesgo.

Fue de suma importancia incluir en el equipo de trabajo de esta sesión a elementos del equipo que más tarde pudieran servir de encargados para la implementación de los cambios.

La primera parte de la sesión se dedicó a la generación de ideas y la segunda parte a la matriz de prioridades. La matriz de prioridades nos permite ordenar los problemas utilizando más de un criterio. Por ejemplo, los problemas podrían ordenarse por su dificultad de resolución o por beneficio. Calificar cada idea para cada criterio y después calcular el resultado total nos permite asignar prioridades (Ledorter, 1999, p. 31).

En la matriz de prioridades se calificaron las ideas en función del tiempo que tomará desarrollarlas, el impacto que tienen en el problema, el avance previo que puede facilitar su realización y la facilidad con que se puede implementar siendo aceptada por el grupo. Se le asignó más peso al nivel de impacto. En el pasado se han ejecutado acciones quizá no tan relevantes dándole importancia a los remedios rápidos o simples, y se ha demostrado que este tipo de acciones no funcionan al largo plazo o para la mayoría de los miembros del equipo.

Los resultados de la sesión se muestran aquí, **Ilustración 44**:

Ilustración 44. *Matriz de prioridades.*

| Opciones | Criterios | | Tiempo 20% | | Impacto 40% | | Avances previos 20% | | Implementación 20% | | TOTAL |
|--|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|---------------------|------|--------------------|--|-------|
| | 1 Mas-> 5 Menos | Peso | 1 Menos-> 5 Mas | Peso | 1 Menos-> 5 Mas | Peso | 1 Dificil-> 5 Fácil | Peso | | | |
| Mostrar líneas de aceites y límite de tanque en dibujo de frente y tanque | 3 | 1.2 | 4 | 3.2 | 3 | 1.2 | 5 | 2 | 7.6 | | |
| Agregar geometría espacial a los modelos de análisis | 3 | 1.2 | 5 | 4 | 1 | 0.4 | 5 | 2 | 7.6 | | |
| Discusión de llenado de ECN en junta de discusión de ECR | 5 | 2 | 3 | 2.4 | 4 | 1.6 | 3 | 1.2 | 7.2 | | |
| Estandarizar procedimiento de diseño, documentar y entrenar | 4 | 1.6 | 3 | 2.4 | 5 | 2 | 2 | 0.8 | 6.8 | | |
| Entrenamiento para validación de emparejamiento de ensambles | 4 | 1.6 | 3 | 2.4 | 4 | 1.6 | 3 | 1.2 | 6.8 | | |
| Incluir validación de liberación de dibujos y BOM de diseños recién liberados en junta de revisión cruzada | 5 | 2 | 2 | 1.6 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 6 | | |
| Guardar reportes de corridas de programa posteriores a la carga original | 4 | 1.6 | 3 | 2.4 | 2 | 0.8 | 3 | 1.2 | 6 | | |
| Modelos de ensamble prearmados para ensambles complejos y repetitivos | 2 | 0.8 | 3 | 2.4 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 5.6 | | |
| Incrementar la automatización para reglas de refuerzo mas allá de los límites actuales | 2 | 0.8 | 3 | 2.4 | 2 | 0.8 | 4 | 1.6 | 5.6 | | |
| Agregar posiciones no estándar a la automatización para elementos con incidencia de localización manual | 1 | 0.4 | 4 | 3.2 | 1 | 0.4 | 3 | 1.2 | 5.2 | | |
| Revisión cruzada de ECN | 4 | 1.6 | 3 | 2.4 | 2 | 0.8 | 1 | 0.4 | 5.2 | | |

Nota. *Matriz de prioridades en función de tiempo, impacto, avance previo y facilidad de implementación. Fuente: elaboración propia.*

Para tener una doble validación de que las acciones elegidas fueran las adecuadas para solucionar la problemática actual, se tomó la lista de errores registrados en frentes y tanques del último año. A cada incidencia se le asignó la acción de mejora que pudo haber evitado el error y se graficó el Pareto, **Ilustración 45.**

Ilustración 45. Pareto de acciones de mejora.

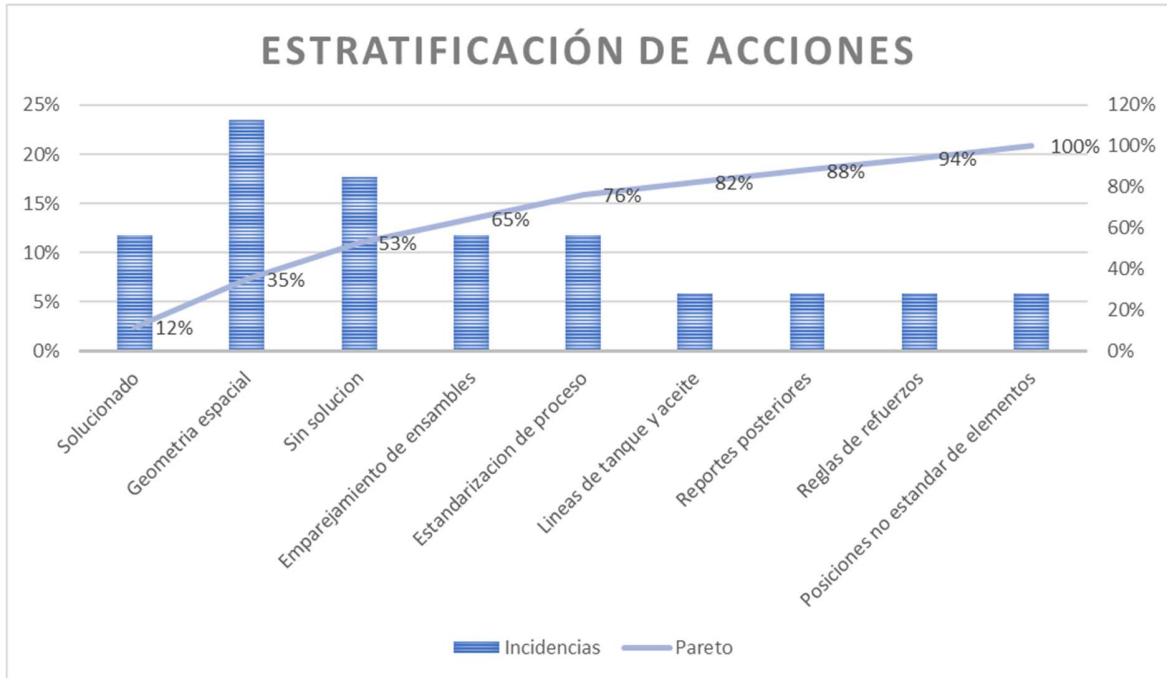


Ilustración 46. Pareto de acciones de mejora contra incidencias de los últimos 12 meses. Fuente: elaboración propia.

3.2. Errores de diseño de puntas

Para la definición de acciones de mejora en el caso de los ensamblajes de puntas, se utilizó parte de lo aprendido en los pasos anteriores. El proceso de diseño es muy similar en estos casos, de hecho, es más sencillo ya que se está trabajando con un ensamblaje menos complejo que no requiere modelado 3d y que el contenido principal es simplemente el cálculo de calibres de cable y la generación del BOM.

No se realizó un nuevo Ishikawa, se utilizaron los mismos modos de falla identificados para alimentar el AMEF. El cronograma quedó de este modo, **Tabla 8**:

Tabla 8. Cronograma ensambles de puntas.

| Herramienta | Cronograma semanal |
|--|--------------------|
| Diagrama de árbol | Semana 1 |
| FMEA (Análisis de Modo de Falla y Efecto) | Semana 2 |
| Estratificación de datos y análisis de prioridades | Semana 3 |
| Análisis de prioridades | Semana 4 |
| DOE (Diseño de Experimentos) | Semana 5 |

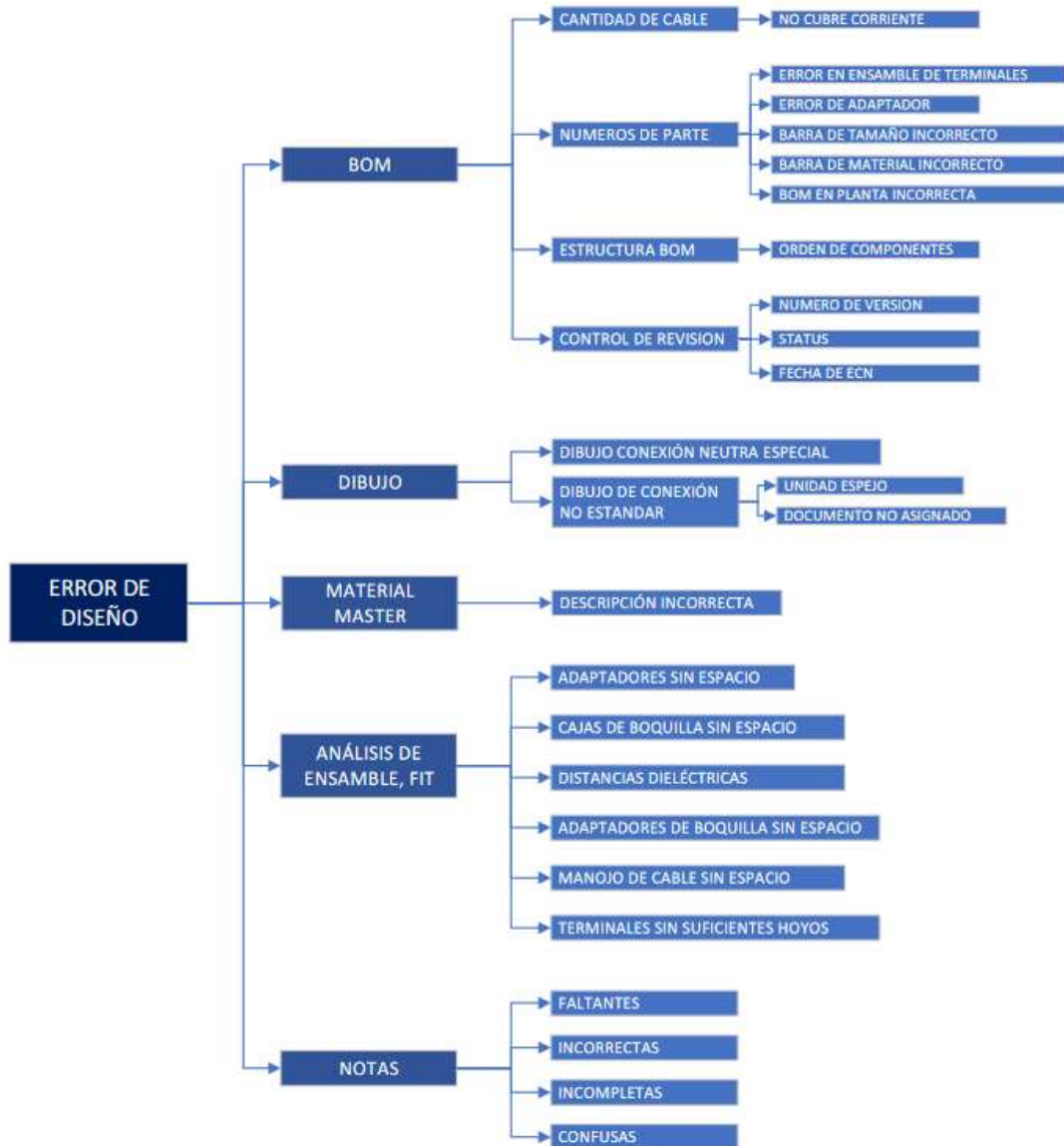
Nota: Cronograma para generación de acciones de mejora en ensambles de puntas. Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Diagrama de árbol errores de puntas

Se realizó una sesión para elaborar el diagrama de árbol de los ensambles de puntas. El equipo se conformó primero con los diseñadores expertos en el uso de la herramienta de diseño actualmente utilizada por el equipo. Se incluyó también a los dos diseñadores más nuevos, los menos acostumbrados a la herramienta, con el objetivo de mitigar la ceguera de taller. Estos últimos aportaron la visión fresca al proceso. El resultado se muestra en la

Ilustración 47:

Ilustración 47 Diagrama de árbol ensambles de puntas.



Nota: Diagrama de árbol de errores para ensambles de puntas. Autor: elaboración propia.

La información del Ishikawa generado para los ensambles más complejos y el diagrama de árbol específico del ensamble de puntas, fueron utilizados para alimentar el AMEF en las siguientes sesiones.

3.2.2. AMEF ensamble de puntas

Para la realización del AMEF de ensambles de puntas no fue necesario separar por bloques. Gracias a que el proceso de diseño es más sencillo se pudo analizar todo en conjunto. La presencia de expertos en el equipo ayudó a hacer las sesiones más fluidas y se pudo hacer todo el análisis en tan solo dos sesiones. Los resultados se muestran en la **Ilustración 48** y la **Ilustración 49**:

Ilustración 48. AMEF ensambles de puntas parte 1.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Causes(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DET | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV | OCC | RPN | SEV | OCC | RPN |
|---|---|--|--|------------------------------|---|------------------------|---|--|-----------------------|--|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0 - Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rank per SEV tables | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Labeling per OCC table | What are the existing DESIGN controls to detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Rank of the control detection controls per DET table | SEV x OCC x DET = RPN | For items with high SEV and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after action taken | OCC after action taken | RPN after action taken | SEV after action taken | OCC after action taken | RPN after action taken |
| 1 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Wrong quantity of terminals, ECR is opened but items are from the shelf | 2 | Not following DS | 3 | Signout | 5 | 30 | | | | | | | | | 0 |
| 1 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Wrong quantity of terminals, ECR is opened but items are from the shelf | 2 | TYPO | 3 | Cross check | 4 | 24 | | | | | | | | | 0 |
| 1 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Wrong quantity of terminals, ECR is opened but items are from the shelf | 2 | Not saving SAP changes | 3 | Cross check | 4 | 24 | | | | | | | | | 0 |
| 1 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Wrong quantity of terminals, ECR is opened but items are from the shelf | 2 | Using gobys | 3 | Cross check | 4 | 24 | | | | | | | | | 0 |
| 2 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Adapters might not be in stock | 3 | Not following DS | 3 | Signout | 5 | 45 | | | | | | | | | 0 |
| 2 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Adapters might not be in stock | 3 | TYPO | 3 | Cross check | 4 | 36 | | | | | | | | | 0 |
| 2 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Adapters might not be in stock | 3 | Not saving SAP changes | 3 | Cross check | 4 | 36 | | | | | | | | | 0 |
| 2 | Create manual lead assembly | Part number quantities | Adapters might not be in stock | 3 | Using gobys | 3 | Cross check | 4 | 36 | | | | | | | | | 0 |
| 3 | Create manual lead assembly | Wrong part number | Wrong terminal assembly, items are on the shelf, ECR opened | 2 | TYPO | 4 | Signout | 2 | 16 | | | | | | | | | 0 |
| 3 | Create manual lead assembly | Wrong part number | Wrong terminal assembly, items are on the shelf, ECR opened | 2 | Error filtering signout spreadsheet | 4 | Cross check | 4 | 32 | | | | | | | | | 0 |
| 3 | Create manual lead assembly | Wrong part number | Wrong terminal assembly, items are on the shelf, ECR opened | 2 | Using gobys | 4 | Cross check | 3 | 24 | | | | | | | | | 0 |
| 4 | Create manual lead assembly | Wrong part number | Wrong insulation assembly, rework board kit | 4 | TYPO | 1 | Signout | 2 | 8 | | | | | | | | | 0 |
| 4 | Create manual lead assembly | Wrong part number | Wrong insulation assembly, rework board kit | 4 | Using gobys | 1 | Cross check | 3 | 12 | | | | | | | | | 0 |
| 4 | Create manual lead assembly | Wrong part number | Wrong insulation assembly, rework board kit | 4 | Error filtering signout spreadsheet | 1 | Cross check | 4 | 16 | | | | | | | | | 0 |
| 5 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar might not be long enough to be welded and might not be in stock | 5 | TYPO | 2 | Signout | 5 | 50 | | | | | | | | | 0 |
| 5 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar might not be long enough to be welded and might not be in stock | 5 | Bad inputs on signout adapter calculation | 2 | Cross check | 3 | 30 | | | | | | | | | 0 |
| 5 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar might not be long enough to be welded and might not be in stock | 5 | Calculation selected not adequate to the core type | 2 | Cross check | 3 | 30 | | | | | | | | | 0 |
| 6 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar is too long, can be cut | 3 | TYPO | 2 | Signout | 5 | 30 | | | | | | | | | 0 |
| 6 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar is too long, can be cut | 3 | Bad inputs on signout adapter calculation | 2 | Cross check | 3 | 18 | | | | | | | | | 0 |
| 6 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar is too long, can be cut | 3 | Calculation selected not adequate to the core type | 2 | Cross check | 3 | 18 | | | | | | | | | 0 |
| 7 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar not thick enough could be welded | 6 | TYPO | 2 | Signout | 4 | 48 | | | | | | | | | 0 |
| 7 | Create manual lead assembly | Wrong bar dimensions | Bar not thick enough could be welded | 6 | Error filtering signout spreadsheet | 2 | Cross check | 5 | 60 | | | | | | | | | 0 |
| 8 | Create manual lead assembly | Wrong bar material | ECR is opened, correct bar might not be in stock | 5 | Using gobys | 2 | Signout | 2 | 20 | | | | | | | | | 0 |
| 8 | Create manual lead assembly | Wrong bar material | ECR is opened, correct bar might not be in stock | 5 | Error filtering signout spreadsheet | 2 | Cross check | 2 | 20 | | | | | | | | | 0 |
| 9 | Create manual lead assembly | Wrong cable size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Cable sizing inputs error | 2 | Cross check | 2 | 28 | | | | | | | | | 0 |
| 9 | Create manual lead assembly | Wrong cable size | Unit could overheat and damage bushings if too small for current | 9 | Cable sizing inputs error | 2 | Cross check | 2 | 36 | | | | | | | | | 0 |
| 10 | Create manual lead assembly | Wrong number of cables | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Cable sizing inputs error | 4 | Cross check | 2 | 56 | | | | | | | | | 0 |
| 10 | Create manual lead assembly | Wrong number of cables | Unit could overheat and damage bushings if too small for current | 9 | Cable sizing inputs error | 4 | Cross check | 2 | 72 | | | | | | | | | 0 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might not be large enough for cable quantity | 4 | Using gobys | 7 | Signout | 6 | 168 | | | | | | | | | 0 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might not be large enough for cable quantity | 4 | Bad inputs filtering signout adapter column | 7 | Cross check | 6 | 168 | | | | | | | | | 0 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might not be large enough for cable quantity | 4 | TYPO | 7 | Signout | 6 | 168 | | | | | | | | | 0 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Using gobys | 7 | Signout | 7 | 343 | | | | | | | | | 0 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Bad inputs on signout adapter calculation | 7 | Cross check | 7 | 343 | | | | | | | | | 0 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | TYPO | 7 | Signout | 7 | 343 | | | | | | | | | 0 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if too small for current | 9 | Using gobys | 7 | Signout | 7 | 441 | | | | | | | | | 0 |

Nota: Fuente: elaboración propia.

3.3. AMEF recalculado y plan de acción

Una vez definidas las acciones y las prioridades, se finaliza el AMEF completando las últimas columnas con el recálculo del RPN. Las acciones generadas no modifican en estos casos el nivel de impacto de los modos de falla, estuvieron enfocadas a reducir la ocurrencia o facilitar la detección del problema. El resultado se muestra en las tablas siguientes, **Ilustración 50 e Ilustración 51:**

Ilustración 50. AMEF para frente y tanque, con acciones de mejora.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Causes(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DET | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV after actions taken | OCC after actions taken | DET after actions taken | RPN after actions taken |
|---|---|--|--|------------------------------|---|---|---|---|-----------------------|---|---|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 - Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity rank per SEV tables | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | Likelihood of occurrence per OCC tables | What are the existing DESIGN controls to detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Rank of the best detection control per DET tables | SEV x OCC x DET = RPN | For items with high SEV, and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after actions taken | OCC after actions taken | DET after actions taken | RPN after actions taken |
| 1 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Not sending ECN to the correct mail chain | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | Validación ECNs | JPT | Discusión de llenado de ECNs en junta de discusión de ECNs | 8 | 3 | 5 | 120 |
| 2 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Wrong ECN document inputs | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | Validación ECNs | JPT | Discusión de llenado de ECNs en junta de discusión de ECNs | 8 | 3 | 5 | 120 |
| 3 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Weld on wrong place | 7 | Changes after release with no ECN | 3 | ZCS12 | 9 | 189 | ZCS12 Cross Check | GYH, DRV | Revisión de liberación de partes y boms de semana anterior en junta de "Cross check" | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 4 | Validate layout meets production | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | Component changed later in design process | 6 | Cross check | 6 | 252 | Reportes adicionales | JPT, VVL | Capacidad de guardar reportes adicionales | 7 | 6 | 4 | 168 |
| 5 | Validate layout meets production | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | CHC | 3 | NA | 10 | 210 | Validación ECNs | JPT | Discusión de llenado de ECNs en junta de discusión de ECNs | 7 | 3 | 5 | 105 |
| 6 | Validate layout meets production | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Working outside of P3D constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | Acomodos no estandar | VVL | Automatización de acomodos no estandar | 7 | 2 | 7 | 98 |
| 7 | Validate layout meets production | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Working outside of P3D constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | Geometría espacial | JPT, GER | Crear modelos que muestren necesidades de instalación y juntas móviles | 7 | 4 | 4 | 112 |
| 8 | Validate layout meets production | Not providing provisions for special feature | Rework frontplate or tank layout | 6 | Design process interrupted and completed at different dates | 7 | Design notes | 5 | 210 | Modelos de ensamble | JPT, DRV | Crear modelos de ensamble en bloque para aplicaciones especiales | 6 | 3 | 5 | 90 |
| 9 | Generate IP models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 216 | Geometría espacial | JPT, GER | Crear modelos de ensamble en bloque para aplicaciones especiales | 6 | 3 | 5 | 90 |
| 10 | Validate layout meets production | Not providing provisions for special feature | Rework frontplate or tank layout | 6 | CHC adding or removing items later in the process | 3 | NA | 10 | 180 | Validación ECNs | JPT | Discusión de llenado de ECNs en junta de discusión de ECNs | 6 | 3 | 5 | 90 |
| 11 | Generate IP models for production | Dimension error in IPT | Components wont fit into provisions | 5 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 180 | Modelos de ensamble | JPT, DRV | Crear modelos de ensamble en bloque para aplicaciones especiales | 5 | 3 | 5 | 75 |
| 12 | Generate IP models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Tank limits are not easily visible in frontplate | 6 | Cross check | 5 | 180 | Lineas de limite en dibujos | JPT, DRH | Agregar limites de tanque y aceite a dibujos de ensamble | 6 | 3 | 3 | 54 |

Nota: AMEF para frente y tanque, con acciones de mejora y nuevos resultados de RPN. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 51. AMEF para ensambles de puntas con acciones de mejora.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Causes(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DET | REP | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV | OCC | DET | REP |
|-------|-----------------------------|---|---|-----|---|-----|---------------------------------------|-----|-----|--|----------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might no be large enough for cable quantity | 4 | Using gobys | 7 | Signout | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might no be large enough for cable quantity | 4 | Bad inputs filtering signout adapter column | 7 | Cross check | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might no be large enough for cable quantity | 4 | TYPO | 7 | Signout | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 1 | 4 | 16 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Using gobys | 7 | Signout | 7 | 343 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 7 | 2 | 4 | 56 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Bad inputs on signout adapter calculation | 7 | Cross check | 7 | 343 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 7 | 3 | 4 | 84 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | TYPO | 7 | Signout | 7 | 343 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 7 | 1 | 4 | 28 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if to small for current | 9 | Using gobys | 7 | Signout | 7 | 441 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 9 | 2 | 4 | 72 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if to small for current | 9 | Bad inputs on signout adapter calculation | 7 | Cross check | 7 | 441 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 9 | 3 | 4 | 108 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if to small for current | 9 | TYPO | 7 | Signout | 7 | 441 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 9 | 1 | 4 | 36 |
| 14 | Create manual lead assembly | Missing adapters | Adapters might not be in stock | 4 | Not following DS | 7 | Cross check | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 17 | Create manual lead assembly | Bom set for the wrong connection D vs Y | Adapter quantity might be wrong and not in stock | 4 | Using gobys | 6 | Cross check | 7 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 17 | Create manual lead assembly | Bom set for the wrong connection D vs Y | Adapter quantity might be wrong and not in stock | 4 | Not following DS | 6 | Cross check | 7 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 17 | Create manual lead assembly | Bom set for the wrong connection D vs Y | Adapter quantity might be wrong and not in stock | 4 | DS hard to follow | 6 | Cross check | 7 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | | 4 | 3 | 4 | 48 |

Nota: AMEF recalculado para ensambles de puntas. Fuente: elaboración propia.

Para cerrar la etapa de análisis se agregaron las acciones de mejora al programa de proyecto. Algunas acciones de mejora no requieren planeación y se pueden implementar inmediatamente. Sin embargo, sí es necesario realizar actividades para validar su efectividad. Para las acciones más elaboradas se requerirán pruebas piloto, trabajo con el equipo de automatización y modificaciones a las plantillas actuales para modelado y dibujo utilizadas en el proceso de diseño. En el Gantt se muestra el plan propuesto para la implementación de estas acciones, **Ilustración 52:**

4. Estrategia de intervención

4.1. Recursos

Para ejecutar las acciones de mejora del proyecto fue necesario considerar los recursos necesarios para el desarrollo e implementación de cada proyecto. El recurso necesario fue el tiempo de los diseñadores y los miembros del equipo de automatización.

En el caso de los miembros del equipo de diseño, se tiene considerado que entre un 20 a 30 por ciento de su tiempo está dedicado al soporte de proyectos. Sin embargo, la mejora continua del equipo no es el único proyecto que se tiene que atender. Existen proyectos de otras áreas o con otros objetivos que requieren el soporte de los miembros del equipo. Por eso fue necesario estimar prioridades e identificar miembros disponibles para realizar las actividades necesarias para completar cada proyecto. Debido a esta necesidad de balancear la carga de trabajo semanal y soporte a otras áreas fue que la ejecución de algunas acciones de mejora se proyectó para varias semanas.

En el caso del recurso del equipo de automatización. Este proyecto no es al único que da soporte y nuestra área no es la única que debe negociar prioridades para la ejecución de acciones de mejora. Por eso mismo fue necesario negociar y discutir la prioridad de las acciones propuestas en contra de otras actividades. Ya consideradas las prioridades, estas acciones serán las que demoren más en ser implementadas ya que el tiempo asignado para la implementación en el programa de diseño fue para finales de septiembre y durante octubre del 2024.

En la siguiente tabla se muestran los recursos asignados, **Tabla 9**:

Tabla 9. *Asignación de recursos para la ejecución de acciones de mejora. Fuente: elaboración propia.*

| Acción de mejora | Recursos y herramientas | Fecha compromiso |
|--|--|-------------------------|
| Geometría espacial para modelo de ensamble 3D. | 1.- Autodesk Inventor, software de uso común en el equipo. 2.- IBM Fortran, software actual del equipo de automatización. 3.- 40 horas diseño del ingeniero líder del proyecto. 4.- 20 horas de diseño repartidas en 5 diseñadores para juntas de desarrollo. 5.- 90 horas automatización para implementación en programa de diseño. | 15-oct-24 |
| Líneas de nivel de aceite y límites de tanque en ensamble de frente. | 1.- Autodesk Inventor, software de uso común en el equipo. 2.- IBM Fortran, software actual del equipo de automatización. 3.- 20 horas diseño del ingeniero líder del proyecto. 4.- 10 horas de diseño repartidas en 5 diseñadores para juntas de desarrollo. 5.- 45 horas automatización para implementación en programa de diseño. | 30-sep-24 |
| Documentación de proceso de diseño para frentes y tanques. | 1.- 60 horas diseño del ingeniero líder del proyecto. 2.- 20 horas de diseño repartidas en 5 diseñadores para juntas de desarrollo. | 25-sep-24 |
| Entrenamiento para emparejamiento de ensamblajes. | 1.- 30 horas diseño del ingeniero líder del proyecto. 2.- 20 horas de diseño repartidas en 5 diseñadores para juntas de desarrollo. | 05-sep-24 |
| Actualización de herramienta de diseño para puntas de bajo voltaje. | 1.- 120 horas diseño del ingeniero líder del proyecto. 2.- 60 horas diseño de ingeniero de soporte para el proyecto. 3.- 30 horas de diseño repartidas en 5 diseñadores para juntas de desarrollo. | 15-sep-24 |
| Creación de dibujos de referencia para puntas de alto voltaje. | 1.- 120 horas diseño del ingeniero líder del proyecto. 2.- 30 horas de diseño repartidas en 5 diseñadores para juntas de desarrollo. | 30-sep-24 |

4.2. Acciones de mejora

Para mantener un tablero visible que mostrara el estatus de las acciones de mejora se creó un tablero PDCA. Este tablero se publicó en el servidor del equipo. Se aprovechó la junta matutina de los miércoles para mostrar el tablero al equipo y actualizar estatus de las actividades, **Ilustración 53**.

Ilustración 53. Tablero PDCA..

| Dueño | Fecha | Problema | Causa | Contramedida | Actualizaciones | Fecha compromiso | P | D | C | A |
|----------|------------|---|---|---|--|------------------|---|---|---|---|
| GER, NTM | 15/07/2024 | Elementos localizados donde no se pueden operar o instalar. | Los modelos que se utilizan para el análisis de ensamblaje no permiten apreciar las necesidades de espacio para partes móviles o las maniobras necesarias para instalación. | Hacer visible la geometría espacial necesaria para instalación y operación. | Se realizó una prueba de concepto para comprobar eficacia de la medida. Discusión con equipo de automatización para confirmar que se puede implementar la idea. Se generó la lista de componentes que van a requerir esta actualización. Definición de geometría necesaria para cada componente. | 15/10/2024 | Y | Y | | |
| JLM | 15/07/2024 | Errores de diseño en frentes y tanque. | Equipo de diseño no sigue un procedimiento claro para trabajar con estos componentes. | Elaborar un estándar de diseño para estos ensamblajes. | Mapeo del proceso de diseño actual consolidando diferentes prácticas. Elaboración de primer borrador del documento de diseño, discusión y primera ronda de retroalimentación. Elaboración de segundo borrador del documento de diseño, discusión y segunda ronda de retroalimentación. Aprobación de documento de diseño. | 25/09/2024 | Y | Y | Y | |
| DRH, NTM | 15/07/2024 | Se instalaron elementos fuera de las paredes del tanque. | Dibujos de frente no permiten ver los límites del tanque. | Modificar el plantilla de frente y tanque para mostrar los límites del aceite. | Se realizó una prueba de concepto para comprobar eficacia de la medida. Discusión con equipo de automatización para confirmar que se puede implementar la idea. Elaboración del ticket de solicitud de mejora para la herramienta de automatización. | 30/09/2024 | Y | Y | | |
| GER | 04/07/2024 | Se utilizaron ensamblajes de cubierta y gabinete que no pudieron ensamblarse con el tanque de la unidad. | Los diseñadores no siempre tienen claro como ensamblar distintos componentes entre sí. | Renovar entrenamiento de emparejamiento de componentes. | Validación de vigencia de material de entrenamiento utilizado anteriormente. Actualización de material de entrenamiento. Entrenamiento grupal. Pendiente entrenamiento de refuerzo. | 05/09/2024 | Y | Y | Y | |
| DRH, VGD | 15/07/2024 | Los diseñadores cometen errores haciendo ensamblajes de puntas y omiten componentes a pesar de usar la herramienta de diseño. | La herramienta no es fácil de usar y no queda claro que entradas necesita. | Renovar la herramienta incluyendo más guía para entender las diferentes entradas y automatización para la generación del billete de materiales. | Validación del proceso actual e identificación de buenas prácticas. Creación de borrador con la propuesta de mejora. Estandarización de reglas y buenas prácticas. Generación de tablas de selección y automatización del proceso de selección. Presentación de versión beta de la nueva herramienta para pruebas. Versión final después de retroalimentación de pruebas. Documentación de proceso nuevo. Entrenamiento para el equipo de diseño. Despliegue de herramienta con validación manual de los primeros ensamblajes (1 mes). | 15/09/2024 | Y | Y | Y | |
| ATG | 15/07/2024 | Cuando se modifican puntas de alta, los diseñadores no entienden la estructura del BOM. | Los diseñadores trabajan con puntas de alto voltaje sin documentación. | Creación de dibujos donde se muestre la estructura del BOM contra las conexiones, agregar estos dibujos a todos los ensamblajes | Investigación y búsqueda de documentación actual. Discusión con el equipo de automatización para obtener y entender el proceso de selección de materiales del programa. Primer borrador del dibujo y definición del nivel de detalle necesario. Elaboración de dibujos. Ronda de retroalimentación con equipo de diseño y con piso de producción. | 30/09/2024 | Y | Y | | |

Nota: Tablero PDCA para monitoreo de acciones de mejora. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describen a fondo las acciones tomadas para cada una de las acciones de mejora.

4.2.1. Geometría espacial en modelos 3d

El objetivo de la mejora es hacer más visible un problema de ensamblaje que involucre elementos que tienen partes móviles o que requieren maniobras específicas para su

instalación. El modelo 3d que se utiliza para hacer el análisis de ensamble de la unida es estático y muestra los elementos en su posición final.

La propuesta de mejora consiste en agregar geometría que muestre el espacio necesario para evitar problemas de ensamble y operación. Estos componentes son independientes en el modelo actual, haciendo más viable la implementación de esta propuesta. La geometría agregada al modelo se realizará directamente sobre los componentes independientes sin modificar otro parámetro necesario para la localización de estos en la actual automatización. Sin embargo, esta geometría no debiera ser visible en los dibujos que se envían a los clientes, ya que esas formas adicionales podrían generar confusión o esconder los componentes que el cliente si necesita ver. Ya se han realizado adaptaciones similares con otros componentes donde se decide a discreción qué partes de un componente mostrar y cuáles no. Pero todo esto aumentaría la cantidad de tiempo de programación a invertir en la implementación de la mejora.

Otra complicación por considerar fue la necesidad de recabar información directamente de piso de producción para asegurar que las consideraciones de espacio que se plasmarían en los modelos fueran acertadas. Aprovechando los viajes programados para los diseñadores hacia las plantas en EUA, se asignó como objetivo de la visita de septiembre la obtención de esta información.

Este fue el proyecto que requirió más soporte de parte del equipo de automatización. Y debido a la lista de actividades ya programadas su ejecución se programó para finales de octubre 2024.

A continuación, se muestran las actividades que se realizaron para ejecutar este cambio a la herramienta de diseño, **Tabla 10**:

Tabla 10. *Cronograma ensamble 3d.*

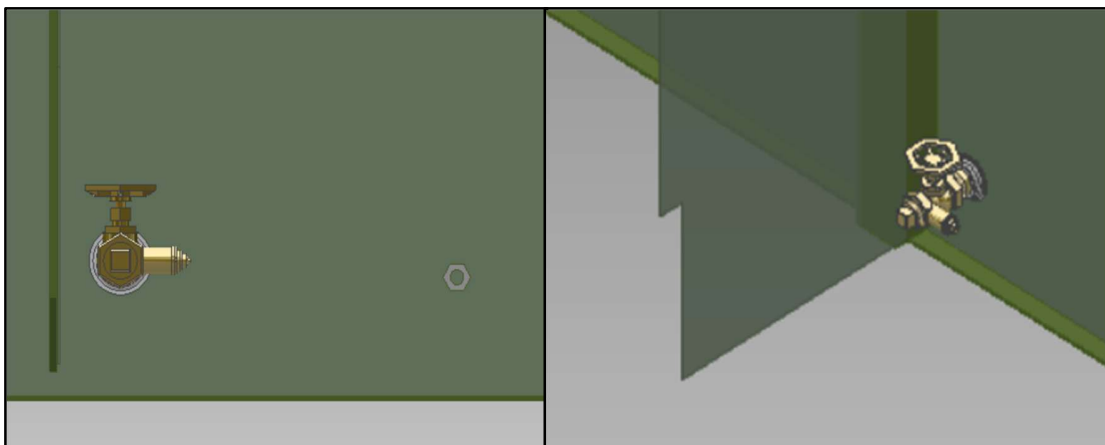
| Actividad | Cronograma semanal |
|--|--------------------|
| Se realizó una prueba piloto. Se hizo un cambio provisional en un modelo de ensamble el cual se compartió con varios diseñadores del equipo para comprobar si el problema en el diseño queda resaltado por la geometría añadida. Todos pudieron identificar fácilmente el problema potencial | Semana 1 |
| Se discutió la idea de mejora con el equipo de automatización y con la gerencia. Aquí se confirmó la viabilidad del proyecto y se obtuvo autorización para utilizar recursos de automatización. | Semana 2 |
| Se realizó una lluvia de ideas para identificar todos los componentes que requerirán modificaciones. | Semana 3 |
| Un ingeniero se encargará de confirmar físicamente en piso de producción las necesidades de espacio de cada uno de los elementos. | Semana 4 |
| Con la información recaba se introdujo la petición de mejora al equipo de automatización. | Semana 5 |

| | |
|---|------------------------------|
| Se asignó el tiempo para la implementación de los cambios al programa. Durante este proceso el equipo de diseño dará soporte a dudas. | Semanas 7 – 9 Pendiente |
| La nueva versión del modelo de análisis de ensamble será liberada. Se tendrá una sesión de entrenamiento para presentar los cambios. | Semana 10 Pendiente |
| Periodo de control y resultados. | Semanas 11 – 18 Pendiente |

Nota: Cronograma de actividades para ejecutar la actualización de la herramienta de validación de ensamble 3d.
 Fuente: elaboración propia.

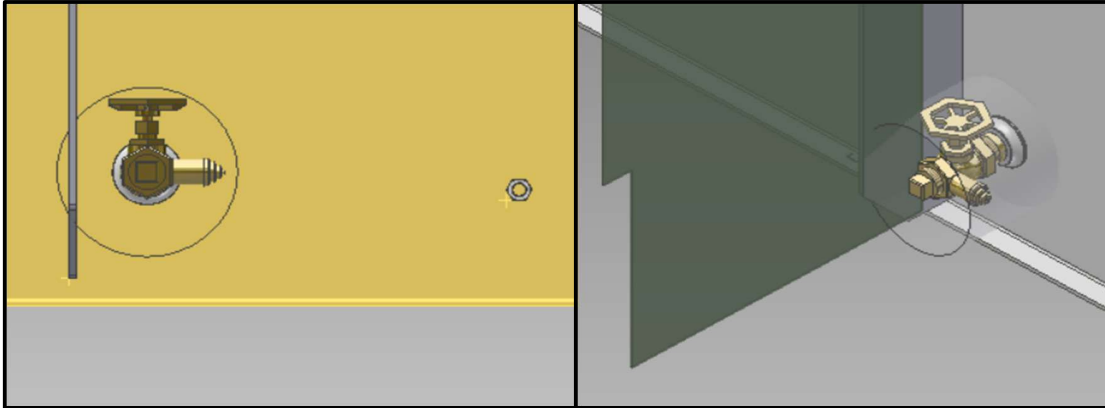
El nuevo modelo 3d de análisis de ensamble resalta los problemas de ensamble. A continuación, se muestra una comparación del modelo original de un componente común, y el ahora utilizado. **Ilustración 54 e Ilustración 55.**

Ilustración 54. Modelo 3d para análisis, antes.



Nota: Ejemplo de modelo 3d para análisis de ensamble sin geometría de instalación. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 55. Modelo 3d para análisis, después.



Nota: Ejemplo de modelo 3d para análisis de ensamble con geometría de instalación agregada. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Líneas de nivel de aceite y límite de tanque en dibujo de ensamble

El diseño del tanque presenta el reto de ser la unión de dos ensambles que se diseñan por separado. El tanque rectangular se diseña en dos partes, un ensamble que abarca 3 paredes sencillas; y por separado se diseña la cuarta pared que representa la vista frontal de la unidad y es en ella donde normalmente se colocan la mayoría de los accesorios. Cada ensamble tiene su modelo 3d y su dibujo de ensamblaje. Debido a esta separación de la información es común que se realice una modificación en la cara frontal de la unidad sin considerar la localización de las otras paredes del tanque.

La solución propuesta fue representar las paredes en el dibujo de la cara frontal con líneas informativas. También se decidió incluir el nivel del aceite para asegurar que los componentes terminen en la localización correcta con respecto a la altura del nivel aceite, siendo una modificación muy simple a la plantilla del dibujo del ensamble en cuestión. Esta

fue la primera vez que se propone agregar líneas adicionales a los dibujos de ensamble, lo mostrado actualmente en los dibujos se limita a la geometría de los componentes en sí, sus cotas y sus designaciones. Los dibujos contienen notas, pero nunca se habían agregado líneas fantasma. Para hacer esto sería necesario crear un dibujo independiente del ensamble para ser empalmado sobre el modelo de ensamble. Las dimensiones necesarias para definir los bordes de esta geometría están disponibles en la información del programa, pero actualmente no se utilizan en la plantilla del dibujo.

Para poder avanzar el proyecto fue necesario convencer al equipo que da soporte al programa de diseño de que esta modificación era necesaria. Por un lado, se discutía que existen otras formas de realizar la validación que este nuevo dibujo busca representar. Y aunque esto es cierto, se requieren varios pasos para realizar la validación y no siempre resalta los problemas utilizando la información actual. Además, la gravedad que representan los errores de este tipo en costos de retrabajo justifica la necesidad de resaltar la problemática lo más posible para evitar reincidencias.

A continuación, se muestran las actividades que se realizaron, **Tabla 11**:

Tabla 11. Cronograma dibujo de ensamble de frentes.

| Actividad | Cronograma semanal |
|--|--------------------|
| Se realizó una prueba piloto. Se modificó un dibujo de ensamble de la cara frontal utilizando como base una unidad que tuvo un problema en piso de producción este año. Se | Semana 1 |



| | |
|---|---------------|
| compartió el dibujo con varios diseñadores que rápidamente pudieron identificar el problema gracias a las líneas agregadas al dibujo. | |
| Se discutió la idea de mejora con el equipo de automatización y con la gerencia. Aquí se confirmó la viabilidad del proyecto y se obtuvo autorización para utilizar recursos de automatización. | Semana 2 |
| Utilizando el dibujo de ejemplo se introdujo la petición para realizar el cambio a la plantilla del dibujo de la cara frontal. | Semanas 3 - 5 |
| Se asignó el tiempo para la implementación de los cambios al programa. | Semanas 6 - 7 |
| Se liberó la nueva versión del dibujo y se tuvo una sesión de entrenamiento para explicar el cambio al equipo. | Semana 8 |
| Periodo de control y resultados. | Semanas 9 -16 |

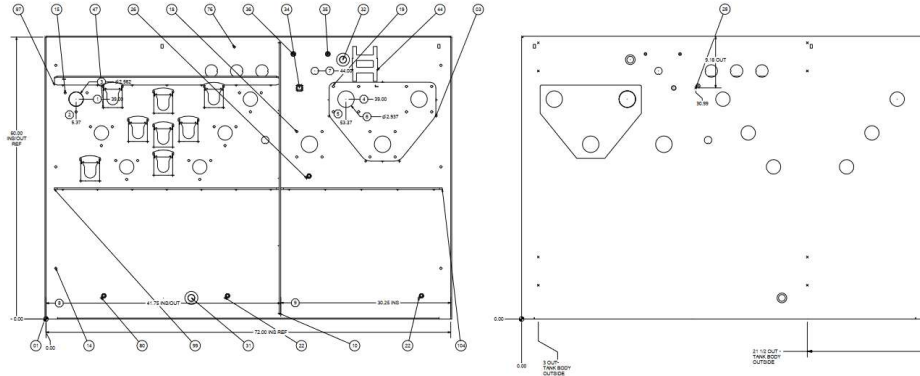
Nota: Cronograma de actividades para la modificación del dibujo de ensamble de frentes. Fuente: elaboración propia.

El nuevo dibujo resalta claramente los elementos que están fuera de las paredes del tanque.

A continuación, se muestra el dibujo original y el dibujo con los cambios implementados.

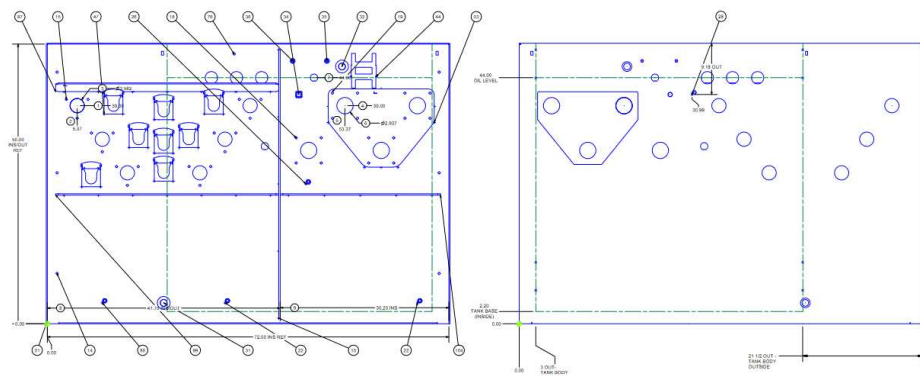
Ilustración 56 e Ilustración 57.

Ilustración 56. Dibujo sin líneas de limite.



Nota: Dibujo de frente de tanque sin líneas de limite de paredes internas de tanque. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 57. Dibujo con líneas de limite.



Nota: Dibujo de frente de tanque con líneas de limite interno de pared de tanque agregadas. Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Documentación de proceso para frentes y tanques

El proceso de diseño no se encontraba documentado antes de este proyecto. Por ello no se tiene la seguridad de que todos los diseñadores siguen los mismos pasos y utilizan las mismas herramientas para diseñar las unidades y validar la calidad al final del proceso. Para poder eventualmente proponer más mejoras, fue necesario documentar el proceso actual y auditar a los diseñadores para asegurarse de que todos tuvieran conocimiento del proceso y las herramientas disponibles.

El reto principal de esta actividad fue el de identificar lo que podría ser considerado como el proceso actual y plasmarlo en un diagrama de flujo. Lo cual se realizó con la participación de todo el equipo y se utilizó la actividad como una oportunidad para identificar las mejores prácticas y hacer consenso.

Dicho proceso se documentó en una estándar de diseño. En él se detallaron los puntos críticos en cada etapa del diseño y el orden adecuado de los pasos necesarios para realizar el diseño de estos componentes. Se buscó hacer especial énfasis en la forma adecuada de realizar la validación final del diseño del componente antes de su aprobación para producción. El reto principal del proyecto será asegurar que los diseñadores sigan y respeten el proceso. Por lo cual se decidió primero hacer un entrenamiento inicial y acompañarlo con un entrenamiento de refuerzo unos meses más tarde. También será necesario auditar durante unas semanas a los diseñadores para confirmar que se está siguiendo el procedimiento.

A continuación, se describen las actividades que se realizaron, **Tabla 12**:

Tabla 12. Cronograma documento de estándar de diseño.

| Actividad | Cronograma semanal |
|--|--------------------|
| Elaboración de diagrama de flujo de proceso. Realizado en conjunto con el equipo de diseño en una sesión de trabajo. | Semanas 1 - 2 |
| Elaboración y entrega del primer borrador del documento del estándar de diseño para el ensamble. En esta etapa se obtuvo | Semanas 3 - 6 |

| | |
|---|-----------------|
| extensa retroalimentación y se asignó más tiempo para detallar de mejor forma el documento. | |
| Correcciones y presentación del documento final y programación de las sesiones de entrenamiento. | Semana 7 - 8 |
| Entrenamiento a los equipos de EUA y México. Publicación del documento en el servidor del equipo. | Semana 9 |
| Periodo de control. | Semanas 10 a 14 |
| Entrenamiento de refuerzo y resultados. | Semana 15 |

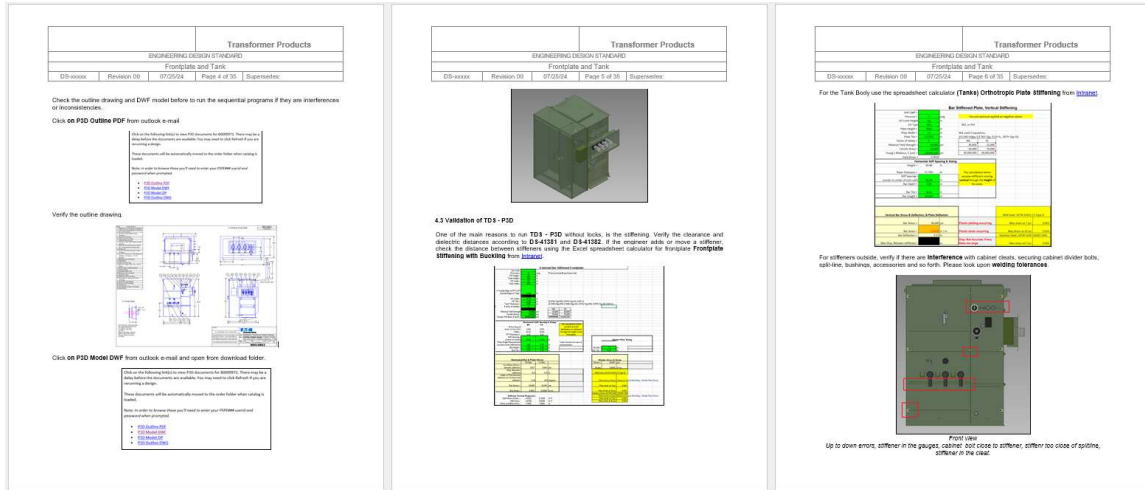
Tabla 13. Cronograma de actividades para creación de documento de estándar de diseño para proceso de diseño de frentes y tanques. Fuente: elaboración propia.

Después del entrenamiento el documento se publica en el servidor junto con los otros estándares de diseño. A continuación, se muestra un fragmento del documento final,

Ilustración 58:

.

Ilustración 58. Estándar de diseño.



Nota: Fragmento del estándar de diseño creado para el proceso de creación de frentes y tanques. Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Herramienta de diseño para puntas de bajo voltaje

Esta herramienta de diseño se encuentra actualmente en su tercer versión. A pesar de que tuvo una actualización fuerte hace 3 años, el enfoque principal en aquella ocasión fue la limpieza de datos con errores. La última actualización presentó una mejora considerable, sin embargo, con el tiempo esa actualización ha dejado de impactar en los resultados y se ha visto la necesidad de hacer una nueva versión con un cambio más agresivo.

Como meta principal de este proyecto se decidió atacar los problemas principales identificados en el AMEF realizado para este proceso:

- No entender que entradas requiere la herramienta de diseño.
- No seguir el estándar de diseño de la herramienta.
- Errores al teclear entradas.
- Diseño usando ensambles de ejemplo en lugar de usar la herramienta.

Para atacar estos problemas se decidió hacer a la herramienta semiautomática. La herramienta que se tiene es de Excel. Actualmente solo maneja listas de materiales y facilita los cálculos para la selección de materiales filtrando estas mismas listas mientras se navega por distintas hojas del archivo. Después de la actualización, lo que se buscó es que la herramienta arrojara un listado de materiales que se pueda copiar y pegar en SAP. El proceso de correr la herramienta debería llevar al diseñador a seguir forzosamente paso a paso la guía de diseño con ayuda visual de donde obtener los valores de las entradas necesarias para la creación del nuevo ensamble.

El reto principal de este proyecto fue la consolidación de reglas de diseño. El cual será un beneficio adicional del proyecto que no se había considerado. Para simplificar la actualización fue necesario estandarizar reglas en situaciones donde existe más de una respuesta viable en la selección de materiales. Esta etapa del proyecto fue la que llevo más tiempo, ya que se tuvieron que tomar decisiones sobre diversos escenarios buscando respuestas que satisficieran las necesidades eléctricas mínimas de la aplicación, sin exagerar en la holgura y cumpliendo el objetivo de reducir la cantidad de opciones para cada selección.

Para confirmar que las reglas definidas fueran satisfactorias, tuvieron que ser aprobadas por el equipo de diseñadores, supervisor del equipo de diseño y por producción, es decir, se consideraron también las preferencias de los operadores en los puntos donde la toma de decisión pudiera afectar la complejidad de ensamble.

Al final del proyecto se entregó una nueva hoja de Excel con macros y un solo panel de entradas. El panel de entradas aclara desde donde se puede obtener cada valor necesario para

los cálculos del diseño. Después de ejecutar la macro del archivo, la herramienta entrega el ensamble final para ser copiado y pegado directamente en SAP, eliminando posibles errores de tecleo. El lanzamiento de la herramienta se acompaña con una actualización de la guía de diseño. En la nueva versión del archivo además de aclarar el origen de las entradas para el cálculo de un ensamble de puntas de baja, también se explica el cálculo y su razón de ser. La nueva guía de diseño también explica paso a paso como utilizar la herramienta. Finalmente, la guía enumera buenas prácticas de diseño y aclara dudas frecuentes o como proceder en escenarios particulares.

A continuación, se describen las acciones realizadas para ejecutar este proyecto, **Tabla 14**:

Tabla 14. Cronograma herramienta de puntas de diseño.

| Actividad | Cronograma semanal |
|---|--------------------|
| Planeación y definición de objetivos. | Semana 1 |
| Junta de consenso con el equipo de diseño. Identificación de áreas de oportunidad y recopilación de buenas prácticas. | Semana 2 |
| Consolidación de reglas de diseño. Validación de reglas con área de diseño y producción. | Semanas 3 - 8 |
| Actualización de la herramienta y pruebas. | Semanas 9 - 12 |
| Actualización de guía de diseño. Entrega de archivo y herramienta para validación final. | Semana 13 |
| Correcciones y entrega de archivo y herramienta final. | Semana 14 |

| | |
|---|-----------------|
| Entrenamiento de equipos en México y EUA. | Semana 15 |
| Periodo de control. Validando todos los ensambles nuevos creados. | Semanas 16 - 19 |
| Entrenamiento de refuerzo y resultados. | Semana 24 |

Nota: Cronograma de actividades para la actualización de la herramienta de puntas de diseño de puntas de bajo voltaje. Fuente: elaboración propia.

Después del entrenamiento que se dio a los diseñadores, la herramienta se publicó en el servidor junto con las otras herramientas de diseño. A continuación, se muestra el panel principal de la herramienta nueva, **Ilustración 59**:

Ilustración 59. Herramienta de diseño para puntas.

NON-STD LEAD ASSEMBLY

BEFORE START
CLEAR INPUTS

FILL INPUTS IN GREEN
DON'T DELETE CELLS IN YELLOW

NULL: STUBOUT TERMINALS ONLY (LENGTH SIGNAL AND UDDABLE TERMINALS) IF TRIPLE LH QUAD TERMINALS ARE REQUIRED OR YOU NEED A DIFFERENT ARRANGEMENT, CALCULATE MANUALLY AND VALIDATE FIT.

| Item | Part Number | Description | Qty |
|--------------------------|--------------|---|--------|
| IT01 - Subout Terminals | 098200018 | 1/2" 2-TERMINAL 2-HOLE UDDABLE TERMINAL | 4.00 |
| IT02 - Busbar Terminals | 098200014 | 1/2" 2-TERMINAL 2-HOLE UDDABLE TERMINAL | 3.00 |
| IT03 - Busbar Terminals | 098200014 | 1/2" 2-TERMINAL 2-HOLE UDDABLE TERMINAL | 4.00 |
| IT04 - Bar | 13889000004 | 3/8" BUS BAR CU 6" SINGLE | 1.00 |
| IT05 - Cable | 10000000002 | 300 KCMIL 105 TDS 2XAL WRAP SPT WIRE | 140.00 |
| IT06 - Insulation | 218000042756 | 3/8" BUS BAR CU 6" HOLE | 1.00 |
| IT07 - Subout Assemblies | None | None | None |
| IT08 - Ref Drawing | 70402280000 | LEAD ASSY LV CABLE TT | 1.00 |

DO NOT USE THIS ITEM IN CU WINDING

If following items are needed, select part numbers manually
 IT09 - 3/8" 2-hole connection
 IT10 - K Factor
 IT20 - 2-hole switch
 IT31-40 - Loop Secondary

Refer to DS-4195

LV Lead assy - IT 10 TOP LEAD [1346228001] Create New Assy

REFER TO DS-4195

INPUTS
From DptCalc

CONNECTION TYPE = WYE
 SECONDARY WINDING MATERIAL = CU
 BUSBAR = NO
 SECONDARY WINDING AMPLASIN = 855
 SECONDARY WINDING = 2400
 CONDUCTOR AREA = 1175
 CORE TYPE = STACKED
 STUBOUT THICKNESS = 0.25
 STUBOUT WIDTH = 4
 STACK THICKNESS = 4
 LARGE WINDOW WIDTH = 11.3
 SMALL WINDOW WIDTH = 12
 ONLY FOR WOUND AND TRIPLEX
 ONLY FOR TRIPLEX

K-FACTOR
 K-FACTOR = NO
 K-FACTOR LINE LEAD LENGTH = 3000
 K-FACTOR NEUTRAL LEAD LENGTH = 2000

CABLE QTY LINE = 5.00
 CABLE QTY NEUTRAL = 5.00
 BAR LENGTH = 54.00
 MINIMUM REQUIRED AREA OF BAR = 1.00
 CABLE SIZE SELECTED = 300KCMIL
 FLEXIBILITY IN ROUTING NEEDED = NO
 Select cable suggested in DptCalc, if there is no suggestion, pick your best option. This input will allow the use of 1/2" terminals for stubouts if needed.

From BOM
 NEUTRAL BUSHING DIFFERENT FROM LINE BUSHINGS = YES
 BUSHING INTERNAL HOLES QTY or STUB SIZE = 2
 BUSHING INTERNAL HOLES QTY or STUB SIZE = 2.105
 ADAPTERS/STUBOUT HOLES QTY = 0.75
 ADAPTERS/STUBOUT TERMINAL HOLES QTY = 24
 CU - STUBOUT HOLES QTY = 8
 AL - ADAPTER HOLES QTY = 168
 CU Winding
 AL Winding

Nota: Panel principal de la nueva herramienta, en este panel se dan las entradas y entrega el BOM final. Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Dibujo de referencia para ensambles de punta de alto voltaje.

La problemática por resolver de este proyecto es que el ensamble de puntas de alto voltaje carecía de dibujo de ensamble. El piso de producción tiene su proceso estándar para interpretar el BOM y ensamblar los componentes en cada unidad, todo esto sin ayuda visual y basándose

principalmente en el entrenamiento para asegurar buenos resultados. La mayoría de los ensambles de este tipo son generados automáticamente por el programa de diseño, prácticamente sin problemas de diseño o problemas en producción. La problemática surge cuando se tiene que crear algo que se desvíe de lo normal, cualquier escenario fuera del alcance del programa de diseño. En estas situaciones el diseñador se enfrenta a la falta de conocimiento real del ensamble estándar y sus componentes; y a la dificultad para comprender la función de cada componente en el ensamble. Un punto importante por resaltar es que esta problemática se vuelve más marcada para los ingenieros que radican en México y que no tienen la facilidad de acercarse a piso de producción para observar cómo se realiza el ensamble de la unidad y aclarar sus dudas.

Se decidió primero crear dibujos de referencia para los ensambles antes de la posibilidad de generar un documento de proceso para estos ensambles especiales. La ventaja del dibujo de referencia es que acerca al diseñador en México a la experiencia de poder observar los componentes en el ensamble real que se puede encontrar en piso de producción. Además, ayuda a mantener la consistencia de prácticas en la estructura de los ensambles que usa el equipo. La gran mayoría de los ensambles que usa el equipo, tienen dibujos específicos o de referencia. Este proyecto acerca al equipo a la meta de tener dibujos para todos los ensambles necesarios para la producción de las unidades.

Los retos principales del proyecto son la identificación de todos los elementos diferentes que pueden formar parte de este ensamble y la representación ordenada en un dibujo de referencia para todas las posibles aplicaciones del ensamble. Éste ensamble contiene todos los

elementos necesarios para realizar las conexiones entre todos los accesorios eléctricos del circuito de alto voltaje de la unidad. Este circuito puede variar mucho en sus componentes y las combinaciones en que se presentan.

Para identificar todos los componentes a representar en los dibujos, se trabajó en conjunto con el equipo de automatización para identificar todos los componentes que considera el programa de diseño, su localización en el BOM y en el circuito eléctrico. Para la representación visual se optó por imágenes basadas en modelos 3d elaborados en inventor y fragmentados por componentes dentro del circuito. Se requirieron dos dibujos ya que este ensamble está fragmentado en dos partes para alinear con el proceso de producción. Esta circuitería se ensambla en dos operaciones diferentes en dos puntos diferentes de producción.

Para cada dibujo se buscó obtener retroalimentación del equipo de diseño y de los operadores del área. A fin de asegurar que las representaciones visuales fueran correctas y útiles para los usuarios. A continuación, se muestran las acciones realizadas para ejecutar este proyecto,

Tabla 15.

Tabla 15. Cronograma de actividades dibujo de referencia.

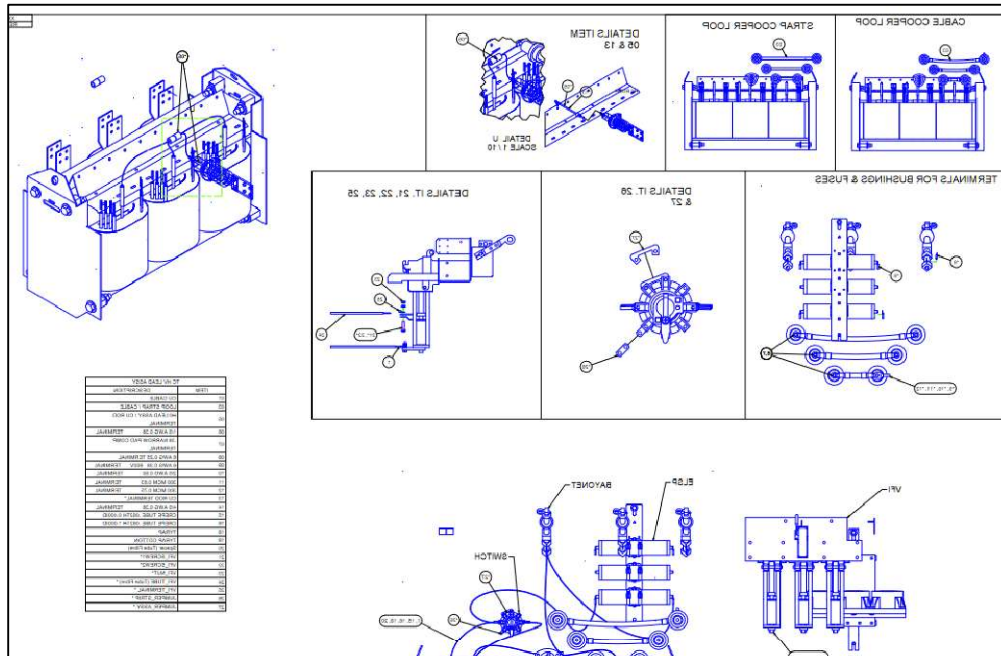
| Actividad | Cronograma semanal |
|---|--------------------|
| Planeación y definición de objetivos. | Semana 1 |
| Identificación de elementos a representar. Trabajo en conjunto con el equipo de automatización. | Semana 2 |

| | |
|--|-----------------|
| Presentación de propuesta inicial con primer bosquejo y aprobación. | Semana 3 |
| Elaboración de modelos 3d y vistas del primer dibujo de referencia. Presentación y aprobación. | Semanas 4 - 10 |
| Elaboración de modelos 3d y vistas del primer dibujo de referencia. Presentación y aprobación. | Semanas 11 - 14 |
| Presentación de dibujos finales al equipo de automatización. Retroalimentación. | Semana 14 |
| Implementación de dibujo para ser incluido automáticamente en los ensambles generados por el programa. | Semana 15 |
| Entrenamiento para los equipos de México y EUA. | Semana 16 |

Nota: Cronograma de actividades para la creación del dibujo de referencia para los ensambles de puntas de alto voltaje.
 Fuente: elaboración propia.

Al final del proyecto se entregaron dos dibujos representando por partes los diferentes componentes que son conectados al circuito de alto voltaje, que número de parte del BOM se utiliza para cada conexión y de que formas se pueden mostrar estas diferentes conexiones dependiendo del escenario. A continuación, se muestra un fragmento de uno de los dibujos de referencia, **Ilustración 60**:

Ilustración 60. Dibujo de referencia para conexiones de puntas de alto voltaje. Fuente: elaboración propia.



Nota: Dibujo de referencia para conexiones de puntas de alto voltaje. Anteriormente no existía documento de referencia que ayudara a comprender el ensamble que genera el programa. Fuente: elaboración propia.

4.2.6. Modificaciones adicionales al proceso de diseño.

Para dar solución a la problemática que generan las clarificaciones necesarias para poder dar inicio al proceso de diseño se identificó un área de oportunidad en el mapa de cadena de valor. Anteriormente el equipo de diseño se encontraba presionado por liberar una gran cantidad de diseños semanalmente, los cuales eran necesarios para llenar los espacios de semanales de producción. Los diseños se atendieron conforme entraban las órdenes de compra y existía poca capacidad para prevenir problemas. Sin embargo, en el escenario mientras se efectuó este proyecto, la mayor parte de la carga de trabajo está programada con mucha anticipación dando oportunidad para realizar las actividades de asignación y procesamiento de diseños de manera diferente.

A inicios del 2024 se tomó la decisión de ya no asignar la carga con sólo una semana de anticipación. Se modificó el procedimiento para que los diseñadores tuvieran visibilidad constante de su carga de trabajo con dos semanas de anticipación. Este pequeño ajuste le da la oportunidad al diseñador de pedir clarificaciones una semana antes de la fecha de entrega de diseño, y como ya se había demostrado en el análisis del problema de los OCR, el 50% de estos casos se resuelven en las primeras dos semanas. Dicho ajuste nos permitió a los diseñadores administrar mejor su carga de trabajo, recibir respuestas a tiempo y reducir la cantidad de órdenes en espera las cuales requerían la búsqueda de nuevos espacios de diseño una vez pasada su fecha de entrega.

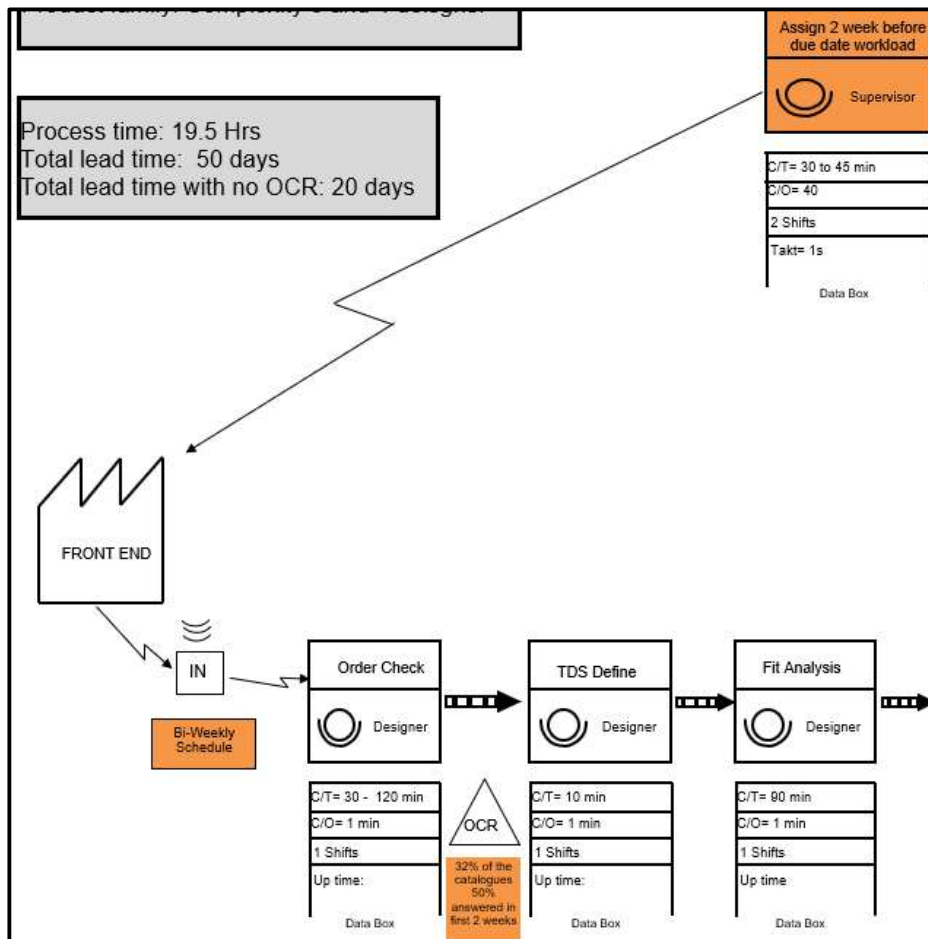
Para poder realizar lo anterior fue necesario coordinar un ajuste de carga de trabajo en todo el equipo. Fue necesario dejar una semana sin carga de trabajo para cada diseñador, con su carga de trabajo siguiente asignada una semana más tarde. Para ello se tuvo que hacer un par de diseñadores a la vez ya que no era posible interrumpir el ritmo de diseño de todo el equipo al mismo tiempo. Después de seis semanas se logró que todo el equipo tuviera visibilidad de dos semanas de carga de trabajo todo el tiempo. Este nuevo escenario presenta más reto para los supervisores administrando la carga de trabajo, en especial considerando vacaciones y órdenes urgentes. Se han ido probando estrategias y ha sido necesario realizar ajustes cada cierto tiempo para mantener el nuevo ritmo.

En los primeros meses el resultado más claro e inmediato ha sido una mejora en la entrega a tiempo del equipo en general. Subiendo de 93% al inicio del año hasta 96% en las semanas después del cambio. La mejora que esto pueda representar en resultados de calidad está por

verse. Demostrar la mejora requerirá datos de varios meses con órdenes, diseñadas, clarificadas y producidas. Será necesario realizar la misma prueba de hipótesis que se efectuó para demostrar que los OCR se relacionan con los errores de calidad. Ahora está por verse si tener más tiempo para procesar clarificaciones minimiza el impacto en la calidad en estas situaciones. A continuación, se muestran los cambios en el mapa de cadena de valor,

Ilustración 61:

Ilustración 61. Mapa de cadena de valor final.



Nota: Mapa de cadena de valor modificado. Aquí se documenta que la carga de trabajo se asigna con dos semanas de anticipación. Fuente: elaboración propia.

5. Hallazgos y etapa de control

A la fecha de entrega de este documento queda pendiente la ejecución de una de las acciones de mejora. Los recursos de tiempo están asignados y el trabajo sigue avanzando, la fecha estimada de finalización para la actualización del modelo 3D de análisis de ensamble es en el mes de diciembre del 2024. El resto de los cambios al proceso y herramientas ha sido finalizado. La mayoría de los cambios sucedieron a lo largo del segundo y tercer cuarto del 2024, a excepción del modelado 3D que se extenderá hasta mediados del último cuarto del mismo año.

Por la naturaleza del proceso de diseño de la empresa, el impacto de las acciones de mejora toma tiempo en reflejarse en los resultados. Sin embargo, se puede notar un cambio en la tendencia de los métricos principales del equipo. A continuación, se presentan los resultados del equipo y las acciones de control relacionadas con la implementación de los cambios de proceso.

5.1. Indicadores de rendimiento y resultados

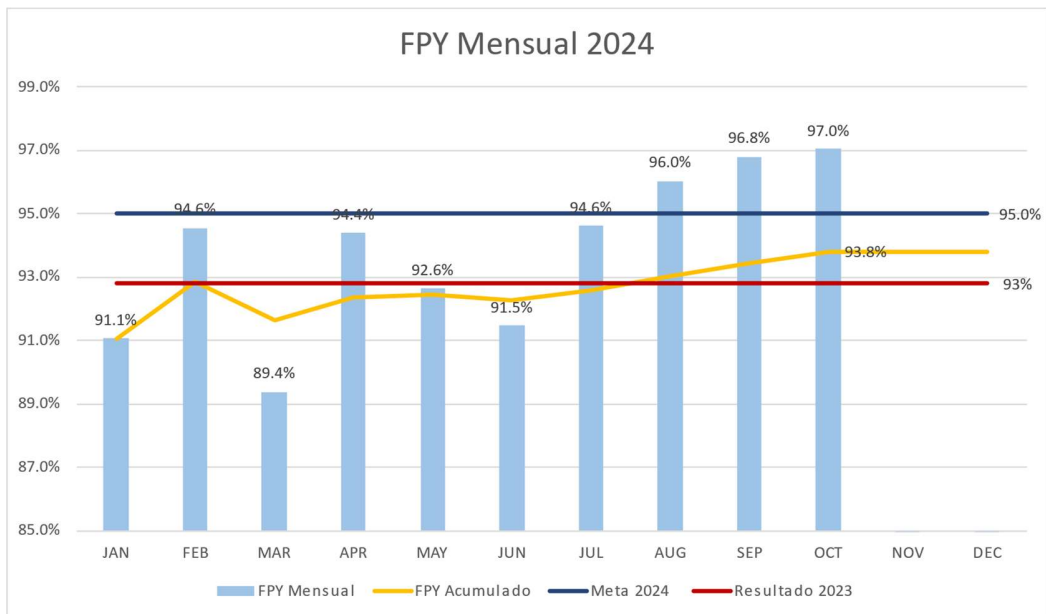
5.1.1. FPY y entrega a tiempo

El objetivo definido del proyecto fue:

Reducir el porcentaje de unidades afectadas por errores de diseño que lleguen a piso de producción en un 30%, es decir, el FPY de 93.4% actual debe alcanzar 95% al cierre del ciclo del proyecto, al final del 2024.

Con esta meta se buscó reducir el costo de merma y retrabajo. El indicador de rendimiento clave del proyecto es el porcentaje de unidades afectadas. Debido a los retrasos en la definición de acciones de mejora y la fecha de su ejecución, el impacto directo de las acciones sobre los resultados de calidad se reflejó en el indicador de calidad tan solo en los últimos meses del 2024. En la siguiente gráfica se muestran los resultados mensuales de FPY durante el 2024, **Ilustración 62:**

Ilustración 62. *FPY Final.*



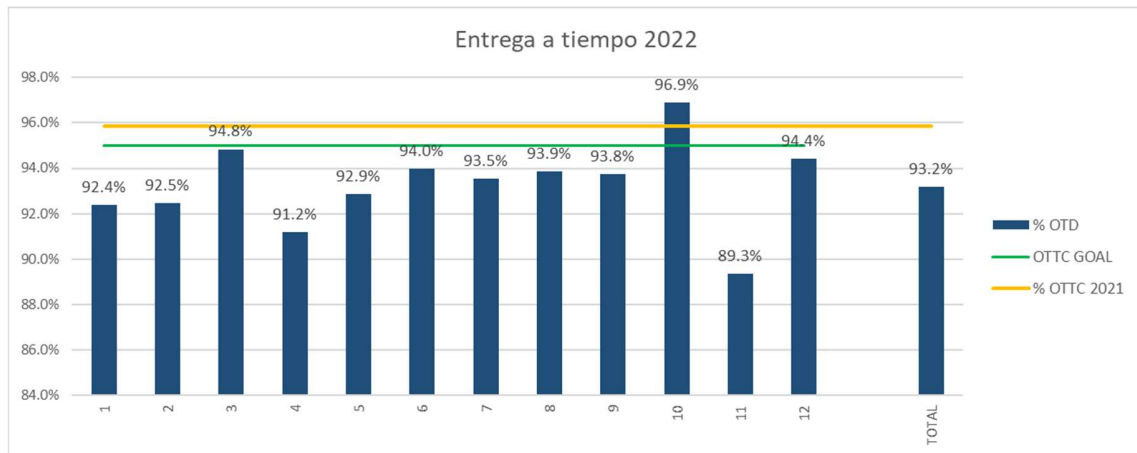
Nota: *Porcentaje de unidades afectadas por errores de diseño, por mes, durante el 2024. Fuente: elaboración propia.*

Durante la primera parte del 2024 la tendencia fue negativa y los resultados del equipo estuvieron muy por debajo de la meta, con un FPY inclusive menor al 2023. Sin embargo, a partir de julio del 2024 los resultados de calidad han mejorado considerablemente y el indicador de calidad a mantenido una tendencia positiva. A la fecha de entrega de este documento, el resultado acumulado del año es de 93.7% unidades sin problemas y cuatro

meses con resultados por encima de años anteriores. Cabe mencionar que los resultados del mes de octubre son parciales a la entrega de este documento.

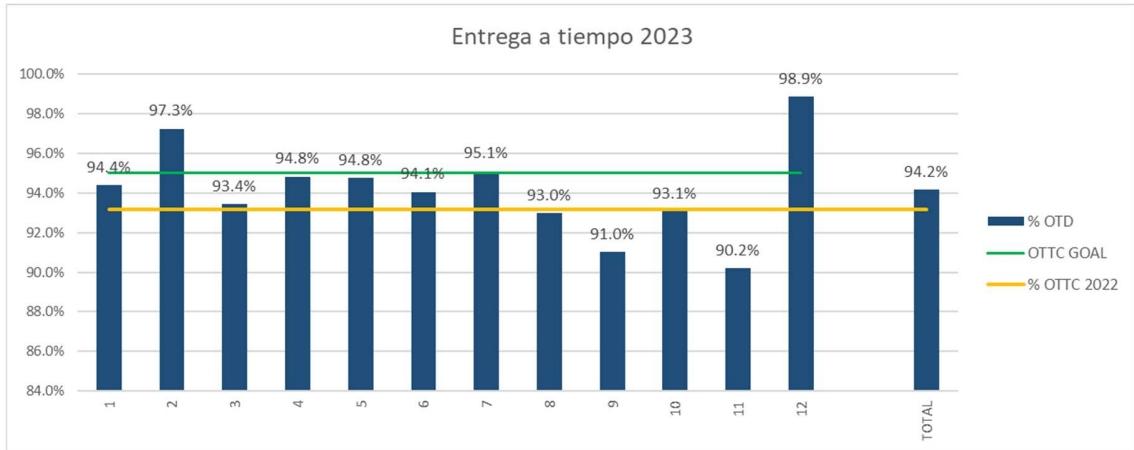
Como un beneficio adicional del proyecto, a partir del cambio realizado al proceso de asignación de órdenes ha resultado en un beneficio en el indicador de entrega a tiempo. La flexibilidad adicional en la administración del tiempo individual para procesar órdenes ha beneficiado a los diseñadores mostrando mejoras en este métrico. Con resultado de 93.2% en el 2022 y 94.2% en el 2024, un resultado acumulado de 97.1% a la fecha de entrega de este proyecto muestra una tendencia positiva. A continuación, se muestran las gráficas de resultados de entrega a tiempo para los años 2022 en la **Ilustración 63**, 2023 en la **Ilustración 64** y 2024 en la **Ilustración 65**:

Ilustración 63. OTD 2022.



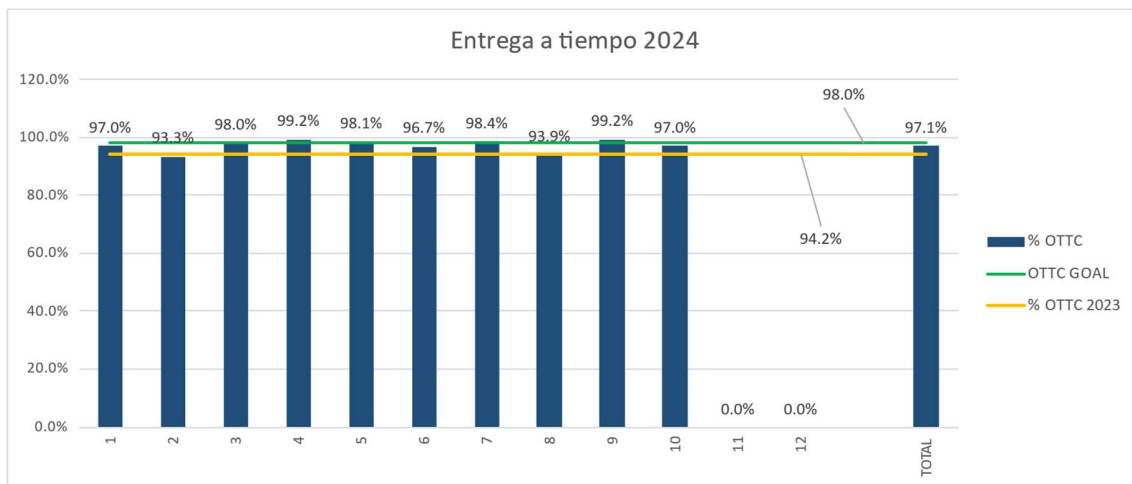
Nota Resultados de entregas a tiempo del 2022. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 64. OTD 2023.



Nota: Resultados entregas a tiempo del 2023. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 65. OTD 2024.



Nota: Resultados de entregas a tiempo del 2024 a la fecha de entrega de este documento. Fuente: elaboración propia.

5.1.2. AMEF al cierre de las acciones

Con el cierre de las acciones propuestas se evaluaron los niveles de riesgo para los modos de falla seleccionados para el proyecto. Para cualquier acción no terminada a la fecha de entrega de este proyecto, el valor actualizado se dejó en blanco a la espera de los resultados de las acciones ejecutadas. Los valores finales resultaron cercanos a las estimaciones que se tenían

antes de la ejecución. Lo importante es que en todos los modos de fallo se logró una reducción considerable en los niveles de riesgo. En la **Ilustración 66** y la **Ilustración 67** se muestran los resultados actualizados:

Ilustración 66. AMEF final, ensambles de puntas.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | S E V | Potential Causes(s) of Failure | O C C | Current DESIGN Controls - Detection - | D E T | R P N | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | S E V | O C C | R P N | |
|-------|-----------------------------|---|---|-------|---|-------|---------------------------------------|-------|-------|--|----------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----|
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might no be large enough for cable quantity | 4 | Using gobys | 7 | Signout | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might no be large enough for cable quantity | 4 | Bad inputs filtering signout adapter column | 7 | Cross check | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 11 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Adapter might no be large enough for cable quantity | 4 | TYPO | 7 | Signout | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 1 | 4 | 16 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Using gobys | 7 | Signout | 7 | 343 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 7 | 2 | 4 | 56 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | Bad inputs on signout adapter calculation | 7 | Cross check | 7 | 343 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 7 | 3 | 4 | 84 |
| 12 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could fail loses if not enough for current | 7 | TYPO | 7 | Signout | 7 | 343 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 7 | 1 | 4 | 28 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if to small for current | 9 | Using gobys | 7 | Signout | 7 | 441 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 9 | 2 | 4 | 72 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if to small for current | 9 | Bad inputs on signout adapter calculation | 7 | Cross check | 7 | 441 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 9 | 2 | 4 | 72 |
| 13 | Create manual lead assembly | Wrong adapter size | Unit could overheat and damage bushings if to small for current | 9 | TYPO | 7 | Signout | 7 | 441 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 9 | 1 | 4 | 36 |
| 14 | Create manual lead assembly | Missing adapters | Adapters might not be in stock | 4 | Not following DS | 7 | Cross check | 6 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 17 | Create manual lead assembly | Bom set for the wrong connection D vs Y | Adapter quantity might be wrong and not in stock | 4 | Using gobys | 6 | Cross check | 7 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 17 | Create manual lead assembly | Bom set for the wrong connection D vs Y | Adapter quantity might be wrong and not in stock | 4 | Not following DS | 6 | Cross check | 7 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 2 | 4 | 32 |
| 17 | Create manual lead assembly | Bom set for the wrong connection D vs Y | Adapter quantity might be wrong and not in stock | 4 | DS hard to follow | 6 | Cross check | 7 | 168 | Semiatomate design tool and update design standard | Design experts | Design tool update and training | 4 | 4 | 4 | 64 |

Nota: AMEF actualizado con resultados finales para el proceso de diseño de puntas. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 67. AMEF final, frentes y tanques.

| Index | Function | Potential Failure Mode | Potential Failure Effects | SEV | Potential Causes(s) of Failure | OCC | Current DESIGN Controls - Detection - | DFT | RPN | Actions Recommended | Resp. | Actions Taken | SEV after actions taken | OCC after actions taken | DFT after actions taken | RPN after actions taken |
|-------|--|---|--|--|---|---|---|---|---------------------|---|---|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | Use this row to return to original sort order | Enter the name & function(s) of the item being analyzed | In what way(s) could the item fail to perform its intended function? | What are the effects of the failure on the function, as perceived by the customer (both internal and/or end user)? | Severity analysis SEV/Values | What design issue allows the item to fail to perform its intended function? | What are the existing DESIGN controls to detect the cause or failure mode from occurring before the item is released to production? | Name of the designated detection control per DET labels | SEV/OCC + DFT = RPN | For items with high SEV, and/or high RPNs | Name of person and dept. resp. for each action with the ECD | Brief description of actual action and effective date | SEV after actions taken | OCC after actions taken | DFT after actions taken | RPN after actions taken |
| 1 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Not sending ECN to the correct mail chain | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | ECN monitoring | Design quality leader | Weekly monitoring of ECN submissions | 8 | 3 | 3 | 72 |
| 2 | Deliver a production BOM | ECN Date not in sync with production | Customer complaint | 8 | Wrong ECN document inputs | 3 | Procedure/training | 8 | 192 | ECN monitoring | Design quality leader | Weekly monitoring of ECN submissions | 8 | 3 | 3 | 72 |
| 3 | Deliver an assembly drawing | Wrong revision in drawing | Weld on wrong place | 7 | Changes after release with no ECN | 3 | Without | 10 | 210 | ECN monitoring | Design quality leader | Weekly monitoring of ECN submissions | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 4 | Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | Component changed later in design process | 6 | Cross check | 6 | 252 | Tank/FP design procedure | Subject expert, designer | Defining design procedure, document procedure and provide training | 7 | 5 | 5 | 175 |
| 5 | Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Incorrect layout on mounting provision | 7 | CHC | 3 | NA | 10 | 210 | Tank/FP design procedure | Subject expert, designer | Defining design procedure, document procedure and provide training | 7 | 3 | 5 | 105 |
| 6 | Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Components layout wont allow assembly operations | 7 | Working outside of P3D constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | Clearance geometry added to 3D models | Automation team | Add visible geometry to analysis 3D models to highlight installation and operation clearances. | | | | NA |
| 7 | Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Bad component location | Clearances for moving parts | 7 | Working outside of P3D constraints | 6 | Cross check | 5 | 210 | Clearance geometry added to 3D models | Automation team | Add visible geometry to analysis 3D models to highlight installation and operation clearances. | | | | NA |
| 8 | Validate layout meets production, mechanical and dielectric spacing requirements | Not providing provisions for special feature | Rework frontplate or tank layout | 6 | Design process interrupted and completed at different dates | 7 | Design notes | 5 | 210 | Tank/FP design procedure | Subject expert, designer | Defining design procedure, document procedure and provide training | 6 | 3 | 3 | 54 |
| 9 | Generate IPT models for production | Part is designed in a way that production floor cant built it | Damage to equipment | 8 | Lack of knowledge of shop constraints | 3 | Cross check | 9 | 216 | Tank/FP design procedure | Subject expert, designer | Defining design procedure, document procedure and provide training | 8 | 3 | 5 | 120 |
| 10 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Components interference | 6 | Lack of documentation | 4 | Cross check | 9 | 216 | Tank/FP design procedure | Subject expert, designer | Defining design procedure, document procedure and provide training | 6 | 4 | 4 | 96 |
| 15 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Tank limits are not easily visible in frontplate | 6 | Cross check | 5 | 180 | Oil and tank limits shown on assembly drawing | Automation team | Make the oil level and tank limits on the frontplate assembly drawing | 6 | 3 | 3 | 54 |
| 15 | Generate IPT models for production | Dimension error in IPT | Provisions outside of tank or oil | 6 | Oil level is not visible in assembly drawings | 6 | Cross check | 5 | 180 | Oil and tank limits shown on assembly drawing | Automation team | Make the oil level and tank limits on the frontplate assembly drawing | 6 | 3 | 3 | 54 |

Nota. AMEF actualizado con resultados finales para el diseño de frentes y tanques. Fuente: elaboración propia.

5.2. Documentación y herramientas

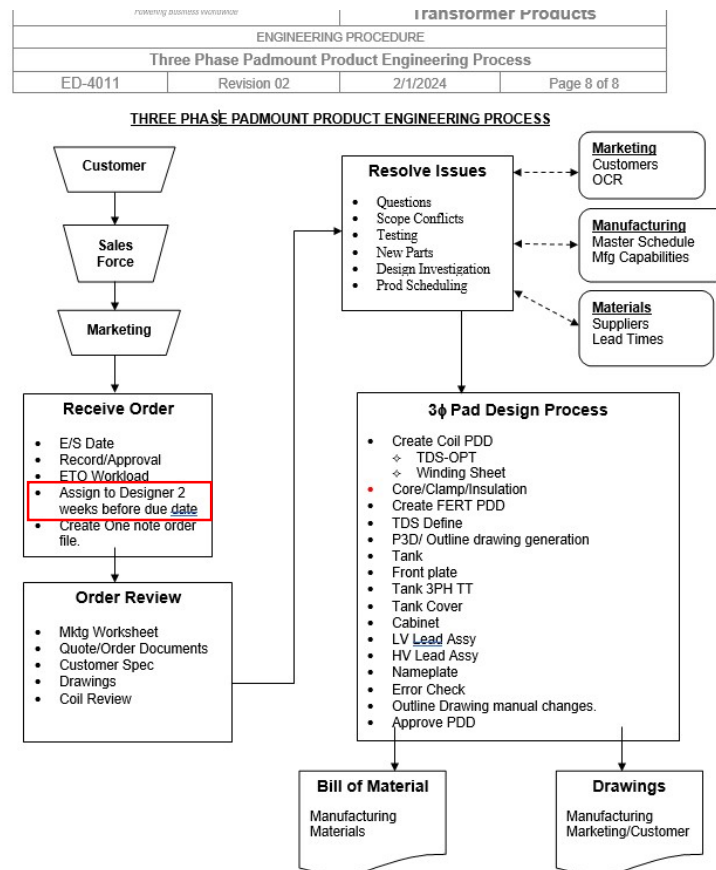
El primer paso para asegurar que los nuevos procedimientos se puedan mantener y que no se regrese a las prácticas antiguas fue la documentación de los cambios.

Esto implicó la actualización de distintos documentos y la publicación de herramientas diferentes en el servidor del equipo.

Para el caso del documento de proceso del equipo de ingeniería se liberó una nueva versión donde se formaliza la ventana de tiempo que se da actualmente a los diseñadores para

procesar las órdenes, aquí en la **Ilustración 68** se muestra el diagrama de proceso contenido en el documento.

Ilustración 68. Procedimiento de ingeniería mostrando actualizado.



Nota: Fragmento del documento de procedimiento de ingeniería mostrando el diagrama de proceso y el tiempo de asignación de órdenes. Fuente: elaboración propia.

Otros documentos que se actualizaron son los estándares de diseño para puntas de bajo voltaje y para frente y tanque, este último, en realidad fue un documento nuevo.

Las modificaciones al programa de diseño, además de mostrar los cambios en los ensambles y dibujos nuevos, también quedaron documentados en la bitácora del código y en la base de

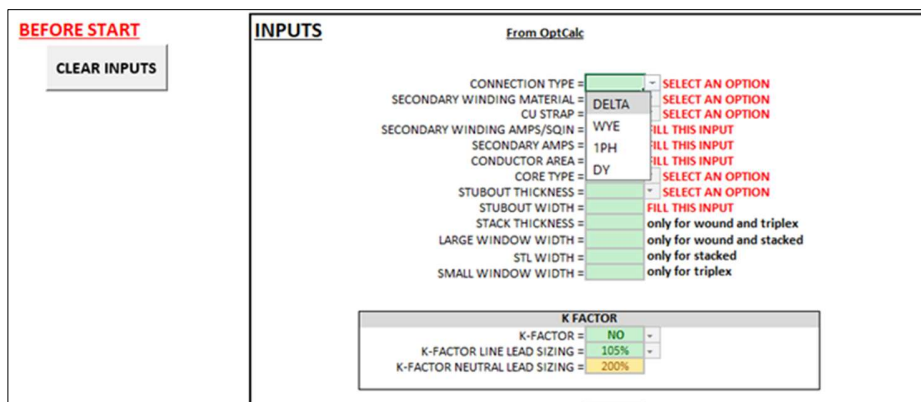
dato de las peticiones de actualización de programa. En esta base de datos se documenta el motivo detrás de la petición y las reglas de diseño necesarias para su ejecución. El equipo de automatización también documenta cual fue la dirección tomada, en términos de programación, para poder incluir los cambios en el programa de diseño. Todo esto es proceso estándar para cualquier modificación al programa.

En el caso de herramientas de diseño, estas se publicaron en la carpeta compartida dentro del servidor del equipo. A los diseñadores se les recuerda que no deben guardar estos archivos en su computadora personal y que se debe utilizar el archivo del servidor únicamente. De esta forma se asegura que todos trabajen con el documento actualizado.

En la herramienta de diseño de puntas de bajo voltaje se muestran ejemplos de poka-yokes. Anteriormente la herramienta no forzaba al diseñador a introducir todas las variables de entrada para el diseño del ensamble. Esto se realizaba con filtros y el diseñador podía hacer un filtro parcial y después decidir fuera de la herramienta los componentes que le parecían correctos. La herramienta nueva requiere la introducción de datos completos y como resultado entrega los componentes que se acordaron por estandarización. Además, la herramienta presenta alertas visuales tanto de entradas faltantes como de salidas que requieren detalles específicos. A continuación se muestran el ejemplo de poka-yoke en la :

Ilustración 69 y el ejemplo de alerta visual en la **Ilustración 70**:

Ilustración 69. Poka-yoke en herramienta de diseño.



BEFORE START

CLEAR INPUTS

INPUTS From OptCalc

CONNECTION TYPE = **SELECT AN OPTION**
 SECONDARY WINDING MATERIAL = **SELECT AN OPTION**
 CU STRAP = **SELECT AN OPTION**
 SECONDARY WINDING AMPS/SQIN = **FILL THIS INPUT**
 SECONDARY AMPS = **FILL THIS INPUT**
 CONDUCTOR AREA = **FILL THIS INPUT**
 CORE TYPE = **SELECT AN OPTION**
 STUBOUT THICKNESS = **SELECT AN OPTION**
 STUBOUT WIDTH = **FILL THIS INPUT**
 STACK THICKNESS = **only for wound and triplex**
 LARGE WINDOW WIDTH = **only for wound and stacked**
 STL WIDTH = **only for stacked**
 SMALL WINDOW WIDTH = **only for triplex**

K FACTOR

K-FACTOR = **SELECT AN OPTION**
 K-FACTOR LINE LEAD SIZING = **SELECT AN OPTION**
 K-FACTOR NEUTRAL LEAD SIZING = **SELECT AN OPTION**

Nota: Ejemplo de poka-yoke en herramienta de diseño, forzando la introducción de datos completos y limitando los valores de entrada. Fuente: elaboración propia.

Ilustración 70. Alerta visual en herramienta de diseño.

| Item | Part Number | Description | Qty |
|--|--------------|----------------------------------|------|
| IT01 - Stubout Terminals | | | |
| IT02 - Stubout Terminals | | | |
| IT03 - Bushing Terminals | | | 3.00 |
| IT04 - Bar | | | NA |
| IT05 - Cable | | | |
| IT06 - Insulation | | | 1.00 |
| IT07 - Stubout Adapters | NA | NA | NA |
| IT08 - Ref Drawing | 704602280000 | LEAD ASSY LV CABLE TT REF DRAWIN | 1.00 |
| If following items are needed, select part numbers manually | | | |
| IT09 - HO/XO ground connection | | | |
| IT10-20 - K Factor | | | |
| IT21-30 - DV/LB switch | | | |
| IT31-40 - Loop Secondary | | | |
| LV Lead Assy - IT 10 TOP LEVEL BOM | 134602280254 | | |

Validate internal bushing stud size exists for the cable selected
DO NOT USE THIS ITEM IN DELTA CONNECTION
DO NOT USE THIS ITEM IN CU WINDING

Refer to DS-41459

Create New Assy

Nota: Ejemplo de alerta visual en la herramienta de diseño. En este caso resalta posibles problemas con la combinación de entradas. Fuente: elaboración propia.

La versión final del mapa de cadena de valor realizado para este proyecto también se publicó en el servidor del equipo. Anteriormente no se tenía ningún documento similar. El objetivo

de conservarlo es que sirva de base para futuros proyectos, que agilice la elaboración del estado actual al inicio del próximo ciclo de mejora continua.

5.3. Capacitación

Las sesiones de entrenamiento para las acciones de mejora se programaron conforme se fueron liberando las herramientas y documentos ligados a las acciones de mejora. Algunas de estas sesiones de entrenamiento están programadas para fechas después de la entrega de este documento. También se programaron sesiones de refuerzo, lo cual es importante porque no todos los diseñadores tienen la oportunidad de poner en práctica en el futuro próximo lo aprendido en las sesiones de entrenamiento. Esta realidad presenta el riesgo de que lo aprendido se olvide fácilmente y que el nuevo conocimiento no se aplique cuando llegue el momento de necesitarlo. A continuación, se muestra la matriz de entrenamientos relacionados con este proyecto, **Ilustración 71**.

Ilustración 71. *Matriz de entrenamiento.*

| Nombre de entrenamiento | Emparejamiento de ensamblajes | Nueva herramienta puntas de bajo voltaje | Diseño de frentes y tanques | Dibujos para ensamblajes de puntas de alto voltaje | Geometría de ensamblaje en modelo 3D | Emparejamiento de ensamblajes, Refuerzo | Nueva herramienta puntas de bajo voltaje | Diseño de frentes y tanques |
|-------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|--|--------------------------------------|---|--|-----------------------------|
| Fecha | 09/06/2024 | 9/20/24 | 10/05/2024 | 11/15/24 | 01/10/2025 | 1er cuarto 2025 | 1er cuarto 2025 | 1er cuarto 2025 |
| Asistencia | | | | | | | | |
| Diseñador senior 1 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador senior 2 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador senior 3 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador senior 4 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador senior 5 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 1 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 2 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 3 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 4 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 5 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 6 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 7 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 8 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Diseñador 9 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Asistente 1 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |
| Asistente 2 | ✓ | ✓ | ✓ | • | • | • | • | • |

Nota: *Matriz de entrenamiento con fechas programados y la asistencia de los miembros del equipo. Fuente: elaboración propia.*

5.4. Plan de control

Para garantizar la sostenibilidad de los beneficios provenientes de las acciones de mejora ejecutadas, fue necesario definir un plan de control para darle seguimiento al proyecto y definir responsables y acciones correctivas en caso de detectar problemas relacionados con los cambios que se realizaron al proceso. A continuación, se presenta el plan de control definido para el mantenimiento de las acciones terminadas a la fecha de entrega de este proyecto, **Ilustración 72**:

Ilustración 72. Plan de control.

| Procedimiento de diseño | Controles implementados | | Plan de reacción | |
|----------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------------|--|
| | Método | Descripción | ¿Quién? | Acción correctiva |
| Diseño de frentes y tanques | Asistencia visual al diseño | Lineas de tanque y aceite en dibujos | Supervisor/Equipo de automatización | Problema con programa de diseño es reportado al equipo de automatización. Problema con la interpretación del dibujo se reporta al supervisor. Se realiza contención para buscar otros diseños afectados y se refresca entrenamiento si se considera necesario. |
| Diseño de frentes y tanques | Plan de entrenamiento | Procedimiento estándar para el diseño de frentes y tanques | Supervisor | Se analiza falla y se evalúa la actualización o modificación del procedimiento. Se documenta nueva versión del proceso y se da capacitación. La capacitación de este proceso se realiza anualmente aunque no haya actualizaciones. Durante los primeros 3 meses después de liberado el proceso se realizarán auditorías para confirmar que el proceso se está siguiendo. |
| Diseño de frentes y tanques | Plan de entrenamiento | Entrenamiento emparejamiento de ensambles | Supervisor | Se analiza falla y se evalúa la actualización o modificación del material de entrenamiento y se da capacitación. La capacitación de este proceso se realiza anualmente aunque no haya actualizaciones. |
| Diseño de puntas de alto voltaje | Asistencia visual al diseño | Dibujos de ensambles de puntas de alto voltaje | Supervisor/Equipo de automatización | Problema con programa de diseño es reportado al equipo de automatización. Problema con la interpretación del dibujo se reporta al supervisor. Se realiza contención para buscar otros diseños afectados y se refresca entrenamiento si se considera necesario. |
| Diseño de puntas de bajo voltaje | Poka Yoke | Herramienta de diseño de ensambles de puntas de bajo voltaje | Dueño de la herramienta de diseño | Se analiza falla y se evalúa la actualización o modificación de la herramienta y el estándar de diseño. Se documenta nueva versión del proceso y se da capacitación. La capacitación de este proceso se realiza anualmente aunque no haya actualizaciones. Durante los primeros 3 meses desde la liberación, todos los ensambles serán validados por el dueño de la herramienta. |

Nota: Plan de control con responsables y acciones correctivas definidas para cada acción de mejora. Fuente: elaboración propia.

Todos los documentos, dibujos y herramientas entregados en este proyecto pueden ser mejorados en el futuro. Por la propia esencia del ciclo de mejora continua, no se puede presumir que ninguna de estas acciones sea ya la versión o solución definitiva. El monitoreo constante con el objetivo de identificar áreas de oportunidad en el futuro es la esencia del ciclo PDCA y de los proyectos de este tipo.

6. Discusión final

El objetivo principal del proyecto siempre fue la reducción de errores de ingeniería. El departamento de diseño ya mantenía un esfuerzo de mejora continua al inicio del proyecto. Sin embargo, estas acciones carecían de metodología. La decisión fue implementar una metodología robusta como la de un proyecto seis sigma siguiendo todos los pasos de un proyecto DMAIC. Por un lado, un proyecto estructurado garantiza mejores resultados. Adicionalmente se tuvo la oportunidad de acercar a los miembros del equipo a las herramientas de un proyecto seis sigma involucrándolos en las distintas etapas del proyecto creciendo así la madurez del equipo en una dinámica de mejora continua.

El reto principal fue la administración del capital humano. Al inicio del proyecto se demostró que existía tiempo disponible para dedicar al proyecto, esto se aseguró considerando la carga de trabajo estimada contra las horas disponibles del plantel al inicio del proyecto. Sin embargo, por la naturaleza de la carga de trabajo del equipo, demostró ser complicado administrar las horas disponibles para trabajo de proyectos para los diseñadores de manera individual. Siempre se pudo asegurar que se tenían horas disponibles para proyecto semanalmente, pero no necesariamente estaban disponibles para los elementos con acciones pendientes. Ya que los diseños liberados a producción de órdenes tipo approval se programan acorde a fecha de producción y no se reasignan, pertenecen al diseñador que mando los dibujos de aprobación. Debido a esto se requirió mucha flexibilidad para la asignación de tiempo para trabajar las acciones de mejora y para plantear fechas de entrega.

En lo referente a los resultados en los métricos del proyecto. Se puede comentar que tomo tiempo ver reflejado en resultados los beneficios del proyecto. Y todavía está por verse el impacto total. Se observa una tendencia muy positiva en los últimos meses que puede ser el resultado de las acciones cerradas, aunque también existe la posibilidad de que la participación de los miembros del equipo en las actividades haya creado conciencia sobre la problemática y por lo tanto evitado errores independientemente de si las mejoras habían sido ejecutadas o no.

También es importante considerar el valor del proyecto como un ejercicio de desarrollo para el equipo en la cultura de la mejora continua. Considerando los requerimientos principales para asegurar la ejecución correcta de un proyecto seis sigma esbelto, de acuerdo con Mohamed Alblooshi et al (2020), se pueden resaltar los siguientes aspectos positivos observados en el desarrollo del proyecto:

- Involucramiento de la gerencia. Para el proyecto se tuvo el apoyo de la gerencia directa y un nivel superior. El supervisor del área lidereó el proyecto.
- Entrenamiento. Todas las acciones de mejora propuestas fueron acompañadas de su entrenamiento respectivo.
- Cultura organizacional. El equipo de trabajo ya se encontraba familiarizado con conceptos de mejora continua y algunas de las herramientas utilizadas durante el proyecto.



- Trabajo de equipo. Tanto el análisis del problema como la definición y ejecución de las acciones de mejora tuvo la participación de los diferentes miembros del equipo de diseño.
- Estrategia. La meta clara definida directamente por los niveles superiores de la empresa permitió acotar el alcance del proyecto y enfocarse a un objetivo muy específico.
- Comunicación. Gracias al involucramiento de los miembros del equipo, mantener a los diseñadores y a la gerencia informada de los avances fue sencillo ya que, en su mayor parte, las mismas personas estaban tomando parte de las actividades del proyecto.

Este proyecto se planteó como el primero en un ciclo constante de proyectos similares para el equipo. Por lo tanto, fue necesario asegurar que la mayor parte del equipo adoptara la filosofía de mejora continua y las herramientas características de los proyectos seis sigma. Para evaluar la posibilidad de adopción individual de la metodología, se puede evaluar la gestión del proyecto en lo referente a los factores que más impacto generan en este sentido. En su estudio, Phillip S. Mueller y Jennifer A. Cross (2008) proponen los siguientes factores como los más significativos para asegurar la adopción de la metodología:

- Reacción al entrenamiento: el entrenamiento es clave para la adopción de la metodología, pero también es necesario considerar la reacción individual al entrenamiento. Durante el proyecto se buscó que todos los miembros del equipo tomaran parte de todas las actividades, en las cuales no solo se resaltó como se



ejecutarían las distintas herramientas, sino que también se buscó transmitir el por qué esos pasos eran necesarios para lograr el objetivo. El interés general del equipo en tomar parte de estas sesiones de trabajo y el nivel de participación de la mayoría de los miembros del equipo pinta un escenario prometedor para futuros proyectos.

- **Infraestructura del proyecto:** entendiéndose como priorización de proyectos y recolección de datos para análisis como un ejemplo de buena infraestructura de proyecto. En este sentido el proyecto tuvo un fundamento sólido gracias a las prácticas ya establecidas en el equipo para monitoreo de datos y la correcta clasificación de estos. Esta robusta base de datos dio valor a la toma de decisión basada en mediciones reales de los resultados del equipo.
- **Habilidades de gestión de proyectos:** En este sentido se encontró una gran área de oportunidad ya que debido a la inexperiencia manejando proyectos por parte del liderazgo del equipo, la ejecución de las acciones se aplazó más allá de lo esperado al inicio del proyecto. Idealmente todos los pasos de la metodología podrían ejecutarse en unos cuantos meses y de esta forma dar la oportunidad de realizar el ciclo de mejora continua de forma más constante. Otro factor de riesgo es que mientras más tarda el proyecto en terminar su ciclo, surge el riesgo de que el escenario al final del proyecto se aleje del estado inicial, cuando se definieron objetivos y se realizaron las mediciones.

En el futuro cercano para este proyecto, será necesario cerrar la acción pendiente y dar mantenimiento a las herramientas y procesos establecidos como entregables de este proyecto. Para el 2025 se busca realizar otro proyecto como este mismo, pero con el compromiso de

entregar las acciones de mejora a más tardar al final del segundo cuarto del año. Para ese proyecto se utilizarán los datos del 2024 y se buscará acotar los objetivos del proyecto a problemáticas específicas del diseño y no a una reducción general de los errores de ingeniería. Este planteamiento busca enfocar el proyecto a problemas más específicos con el objetivo de completar el ciclo del proyecto en menor tiempo, permitir realizar las actividades de control y monitorear los resultados dentro del mismo año de ejecución y obtener de la experiencia lecciones que sirvan para mejorar los resultados de los proyectos a ejecutar en años futuros.

La energía necesaria para cubrir la capacidad de cómputo que requieren la infraestructura que soporta a la inteligencia artificial demanda un crecimiento sin precedente de la red de distribución eléctrica. Los datos recabados en el 2024 proyectan que el 9% de la demanda de energía en los Estados Unidos pertenecerá tan solo al mercado de data centers para el 2030, 3 veces el actual (Nate Walkingshaw, nov. 4, 2024). En este entorno, las necesidades de la empresa por mantener el flujo de producción se mantienen. Posiblemente sea necesario soportar una mayor cantidad de diseños. El enfoque en la calidad seguirá siendo prioridad para el equipo en el futuro próximo.

7. Bibliografía

- Ari, A.A.A., Ngangmo, O.K., Titouna, C., Thiare, O., Kolyang, Mohamadou, A., Gueroui, A.M. (2019) “Enabling Privacy and Security in Cloud of Things: architecture, applications, security & privacy challenges, Applied Computing and Informatics”, Applied Computing and Informatics, <https://doi.org/10.1016/j.aci.2019.11.005>
- Alblooshi, M., Shamsuzzaman, M., Khoo, M.B.C., Rahim, A. and Haridy, S. (2021), "Requirements, challenges and impacts of Lean Six Sigma applications – a narrative synthesis of qualitative research", International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 12 No. 2, pp. 318-367. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2019-0067>
- Balle, Michael., Balle, Freddy (2014) “Lead with respect a novel of lean practice”, Lean enterprise institute.
- Bigliardi, Barbara., Petroni, Alberto., Ivo Dormio. Alberto. (2005),"Organizational socialization, career aspirations and turnover intentions among design engineers", Leadership & Organization Development Journal, Vol. 26, Iss 6 pp. 424 – 441.
- Boxall, P., Huo, M.-L., Macky, K. and Winterton, J. (2019), "High-involvement Work Processes and Systems: A Review of Theory, Distribution, Outcomes, and Tensions", Buckley, M.R., Wheeler, A.R., Baur, J.E. and Halbesleben, J.R.B. (Ed.) Research in Personnel and Human Resources Management (Research in Personnel and Human Resources Management, Vol. 37), Emerald Publishing Limited, Leeds, pp. 1-52. <https://doi.org/10.1108/S0742-730120190000037002>



- de Vries, H.J. and Haverkamp, A. (2015), "Overcoming resistance against quality control – a philosophical-empirical approach", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 32 No. 1, pp. 18-41. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2013-0004>
- Erdenesanaa, Delger (Oct. 10, 2023) "A.I. Could Soon Need as Much Electricity as an Entire Country" *The New York Times*, <https://www.nytimes.com/2023/10/10/climate/ai-could-soon-need-as-much-electricity-as-an-entire-country.html>
- George, Michael L. (2003) "Lean six sigma for service", McGraw-Hill.
- Harrington, H. James., Voehl, Frank (2016) "The innovation tools handbook", CRS Press Taylor & Francis Group.
- Keyte y Locher (2004), "The complete lean Enterprise", CRC Press.
- Kubiak, T. M., Benbow, Donald W. (2009) "The certified six sigma black belt handbook" American Society for Quality.
- Ledorter, Johannes., Burril, Claude W. (1999) "Statistical Quality Control. Strategies and tools for continual improvement" , John Wiley & Sons, inc.
- Liker, Jeffrey K. (2020), "The Toyota Way, 2nd edition" Mc Graw Hill
- Mahamid, Ibrahim (2021) "Effects of Design Quality on Delay in Residential Construction Projects", *Journal of Sustainable, Architecture and Civil Engineering*, <http://dx.doi.org/10.5755/j01.sace.28.1.20531>



- Massingham, P.R. (2018), "Measuring the impact of knowledge loss: a longitudinal study", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 22 No. 4, pp. 721-758.
<https://doi.org/10.1108/JKM-08-2016-0338>
- Mejía Quijano, Rubí Consuelo (2013) "Identificación de riesgos", Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Mueller, Phillip S., Cross, Jennifer A., (2019) "Factors impacting individual Six Sigma adoption", *International Journal of Lean Six Sigma*,
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2018-0040>
- Munro, Roderick A., Maio, Matthew J., Nawaz, Mohamed B., Ramu, Govindarajan., Zrymiak, Daniel J. (2007) "The Certified SIX SIGMA GREEN BELT", American Society of Quality
- Pyzdek, Thomas., Keller, Paul (2017) "The six sigma handbook fourth edition", McGraw Hill.
- Stamatis, D.H. (2002) "Six sigma and beyond. Foundations of excellent performance", CRC press LLC.
- Stamatis, D.H. (2003) "Six sigma and beyond Statistics and probability" CRC press LLC.
- Vinodh, S. (2022), "Lean Manufacturing : Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration", CRC Press.
- Walkingshaw, Nate (Nov. 4, 2024) "Is the grid prepared to power the AI revolution?" Utility Dive, <https://www.utilitydive.com/spons/is-the-grid-prepared-to-power-the-ai-revolution/731424/>

- Womack James P., Jones Daniel T. (2003) “Lean thinking”, Free Press.

8. Glosario

A

AMEF

Análisis de modos y efecto de fallas. Método en el que se busca detectar las posibles fallas de un proceso o producto antes de que llegue al cliente. 6, 74, 75, 79, 85, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 121, 134, 135, 136

Approval

Orden de diseño que no ha sido aprobada por el cliente y no se encuentra programada en calendario de producción.13

Ch

CHC

Por sus siglas en inglés, change hold cancel. Documento a través del cual se comunican cambios o cancelaciones de una orden.5, 44, 52, 53, 54, 55, 57

C

CTQ

Por sus siglas en inglés, critical to quality. En cualquier producto, proceso o servicio es aquella característica que satisface un requerimiento clave para el cliente o el proceso.4, 20, 21

E

ECR

Por sus siglas en inglés, engineering change request. Documento a través del cual se reporta la necesidad de un cambio a un material o ensamble.39

F

FPY

Por sus siglas en inglés, first pass yield. Es el porcentaje de piezas buenas, obtenidas de los pasos del proceso. 5, 20, 30, 62, 65, 131, 132

M

Material máster

Vista principal de un material dentro del software de ERP. 88

O

OCR

Por sus siglas en inglés, order clarification request. Documento a través del cual se comunica la necesidad de clarificaciones sobre la información de una orden previo al proceso de diseño.5, 52, 54, 55, 57

P

PDCA

Por sus siglas en inglés, plan do check act. También conocido como ciclo de Deming, es una metodología de gestión que tiene como objetivo la mejora constante de los procesos.6, 74, 79, 110

Poka-yokes

Del japonés, a prueba de errores. Es una técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema. 53, 138

Project charter

Acta de constitución del proyecto. Presentación de alto nivel de los objetivos, el alcance y las responsabilidades del proyecto para obtener la aprobación de las partes interesadas clave al inicio del proyecto.5, 30, 31

R

Record

Orden de diseño aprobada por el cliente y programada en calendario de producción. 13, 15

RPN

Por sus siglas en inglés, risk priority number. Valor calculado en el AMEF que permite identificar los modos de falla con mayor riesgo de afectación.6, 95, 104

S

SAP

Software de ERP. 43, 88, 90, 121, 122

T

TDS

Programa interno de diseño. 15

TDS-OPT

Rutina de optimización de diseño..... 15