



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Electrónica y Automática**

**Optimización de la aplicación web de  
Industria 4.0 TIBCO Spotfire**

**Autor:**

**González Luna, Diego**

**Tutores:**

**Sanz Angulo, Pedro**

**Departamento de Organización de  
Empresas y C. e I.M.**

**(García García, Israel**

**RENAULT Valladolid S.A.)**

**Valladolid, febrero de 2021**



# ***AGRADECIMIENTOS***

Quiero agradecer a mis padres por haberme dado la posibilidad de tener estudios universitarios, por su paciencia durante estos años y por todo en mi vida. También quiero agradecerle a Juan, mi entrenador de tenis y un gran amigo, quien me impulsó a estudiar Ingeniería en vez de INEF. Por último, agradecer a la persona que, después de mis padres, me inculcó la cultura del deporte, y que tan importante es para mí, El Coto.

Por otro lado, no me quiero olvidar de todas las personas que me han ayudado a llevarle a cabo. En primer lugar, quiero agradecer a Israel y a Pedro, mis tutores, por darme la oportunidad de realizar las prácticas en Renault y por darme este proyecto. También me gustaría extender mi agradecimiento a Ángel Almazán, Enrique Pastor, Julio de los Mozos, José Antonio Martín, Diego Herrero y Noemí del Río.

Además, quiero darle las gracias a todas las personas que me han ayudado a llegar hasta aquí. En especial, a aquellos que me han formado como persona, realizando un trabajo que nunca se podrá valorar lo suficiente.

Por último, agradecer también a la persona con la que lo comparto todo. Gracias Paula por estar siempre apoyándome.



*A Eladio Luna Rodríguez y*

*Clodomiro González Uria.*

*Allá donde estén, estarán orgullosos de su nieto.*



# *Resumen*

El departamento de Chapa de la factoría CMVA Renault Valladolid necesitaba mejorar la explotación del taller de Chapa II, lo que le llevó a adquirir una herramienta de análisis para tener una total monitorización de dicho taller.

Esta herramienta es la aplicación de industria 4.0 TIBCO Spotfire, que permite conocer en todo momento el estado de las zonas del taller y estudiarlos a partir de análisis basados en Big Data.

El objetivo principal de este proyecto es optimizar el funcionamiento de la aplicación TIBCO Spotfire para poder utilizarla en el departamento de Chapa Valladolid. Para llevar a cabo esta optimización es necesario disponer de datos de calidad y poder visualizarlos correctamente.

Es un proyecto empírico que se lleva a cabo en un entorno industrial totalmente automatizado y robotizado. Esto significará un gran esfuerzo para la empresa y el equipo de desarrollo para ponerlo en marcha.

Para desarrollar este proyecto se han utilizado dos softwares de programación: TIBCO Spotfire (software de la aplicación a optimizar) y SIMATIC-Step7 (software de programación de PLC). También cabe destacar la utilización de la herramienta Excel y la programación mediante el software "Visual Basic".

**Palabras clave:** *industria 4.0; datos quality; tiempos de estado; fiabilización; mejora.*

# *Abstract*

*The sheet metal department of the CMVA Renault Valladolid factory needed to improve the operation of the sheet metal workshop II, which led it to acquire an analysis tool to have a total monitoring of the workshop.*

*This tool is the Industry 4.0 application TIBCO Spotfire, which allows to always know the status of the workshop areas and study them from analysis based on Big Data.*

*The main objective of this project is to optimize the operation of the TIBCO Spotfire application to be able to use it in the Valladolid Sheet Metal department. To carry out this optimization it is necessary to have quality data and to be able to visualize them correctly.*

*It is an empirical project that is carried out in a fully automated and robotized industrial environment. This will mean a great effort for the company and the development team to implement it.*

*Two main programming softwares have been used to develop this project: TIBCO Spotfire (the application software to be optimized) and SIMATIC-Step7 (a PLC programming software). It is also worth mentioning the use of MS Excel and the programming software "Visual Basic".*

**Keywords:** *industry 4.0; datas quality; state times; reliability; improvement.*



# ÍNDICE

## Capítulo 1º

---

### *Introducción*

<b>1. Antecedentes .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Motivación.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Objetivos y alcance .....</b>	<b>4</b>
3.1. Fiabilización de datos .....	5
3.2. Visualización de datos.....	6
<b>4. Estructura de la memoria.....</b>	<b>7</b>

## Capítulo 2º

---

### *Software TIBCO Spotfire*

<b>1. Introducción .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Breve reseña histórica .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Funcionamiento y filosofía del software .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Arquitectura de red .....</b>	<b>13</b>
4.1. Funciones de la Arquitectura Ethernet.....	13
4.2. Formato de Trama.....	14
4.3. Campos que Componen la Trama .....	14
4.4. Ruta de datos.....	15
<b>5. Estado original de la aplicación .....</b>	<b>16</b>
5.1. Interfaz.....	17
5.2. Calidad de los datos.....	26
5.3. Tiempos de ciclo.....	33

## Capítulo 3º

---

### *DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ISLAS y TIEMPOS DE ESTADO*

<b>1. Introducción .....</b>	<b>37</b>
<b>2. Islas de automatización.....</b>	<b>37</b>
2.1. Isla PI.....	37
<i>Mesas de soldadura.....</i>	<i>39</i>
<i>Mesas de paso.....</i>	<i>39</i>
<i>Pulmones.....</i>	<i>40</i>
2.2. Preparaciones de la Base Rodante.....	41
<i>Zonas de descontenerizado.....</i>	<i>41</i>
<i>Zonas de carga operario.....</i>	<i>43</i>
<i>Zonas de soldadura.....</i>	<i>44</i>
<b>3. Tiempos de estado.....</b>	<b>45</b>
3.1. Tiempo requerido.....	47
3.2. Tiempo no requerido.....	50
3.3. Codificación de los tiempos de estado.....	50
<b>4. Documentación de los tiempos de estado (Groupe Renault).....</b>	<b>51</b>
4.1. Documentación automática.....	51
4.2. Documentación facultativa.....	52
4.3. Documentación obligatoria.....	53

## Capítulo 4º

---

### *Metodología IHMP*

<b>1. Introducción .....</b>	<b>57</b>
<b>2. Análisis de la situación inicial.....</b>	<b>58</b>
2.1. Tiempos de estado.....	58
2.2. Datos.....	59
2.3. Nuevas pestañas.....	60
<b>3. Documentación de la LUP.....</b>	<b>61</b>

<b>4. Software de desarrollo de la aplicación .....</b>	<b>62</b>
4.1. Áreas gráficas.....	62
4.2. Áreas de texto.....	67
<b>5. Solución de fallos .....</b>	<b>69</b>
5.1. Corrección de las zonas que se muestran en las pestañas de tiempos de estado.....	69
5.2. Corrección del flujo de las zonas de las islas.....	70
5.3. Corrección de la distribución de las zonas en las pestañas .....	72
5.4. Corrección de los filtros para seleccionar las zonas que se muestran en las visualizaciones gráficas.....	73
5.5. Añadir TOP 3 a las visualizaciones de tiempos de estado.....	75
5.6. Creación de nuevas pestañas.....	78
<b>6. Problemas especiales.....</b>	<b>79</b>
6.1. Carpeta de extracción de datos SMP (KPI) .....	79
<b>7. Análisis de resultados y corrección de las posibles situaciones futuras .....</b>	<b>81</b>

## Capítulo 5º

---

### *Metodología automatismos*

<b>1. Introducción .....</b>	<b>85</b>
<b>2. Análisis de la situación inicial y detección de fallos .....</b>	<b>86</b>
<b>3. Documentación de la LUP.....</b>	<b>86</b>
<b>4. Solución de fallos .....</b>	<b>87</b>
4.1. PI (Unity Pro).....	88
<i>Bloque "RUP FLU".....</i>	<i>88</i>
<i>Corrección del interfaz de entrada y salida del bloque Rup_flu.....</i>	<i>89</i>
<i>Corrección de la temporización del bloque Rup_flu.....</i>	<i>90</i>
<i>Islas especiales.....</i>	<i>91</i>
4.2. Preparaciones Base Rodante .....	92
<i>Software de programación.....</i>	<i>92</i>
<i>Condiciones para tiempos de estado inducido .....</i>	<i>94</i>
<i>Corrección de la temporización del bloque de programación .....</i>	<i>96</i>
<i>Averías especiales .....</i>	<i>97</i>

<i>Contadores de piezas.....</i>	<i>97</i>
<i>AIA.....</i>	<i>100</i>
<i>APF zonas de descontenerizado.....</i>	<i>101</i>
<i>AID.....</i>	<i>102</i>
<i>Correcciones especiales.....</i>	<i>103</i>
<i>Temporización bloques de programación.....</i>	<i>103</i>
<i>Bloques de programación con estándar Nissan .....</i>	<i>104</i>
<b>5. Análisis de resultados y corrección de las posibles situaciones futuras .....</b>	<b>105</b>

## Capítulo 6º

---

### *Resultados*

<b>1. Introducción .....</b>	<b>109</b>
<b>2. Fiabilización de datos .....</b>	<b>109</b>
<b>3. Adaptación de las visualizaciones al departamento .....</b>	<b>113</b>

## Capítulo 7º

---

### *Estudio económico*

<b>1. Introducción .....</b>	<b>125</b>
<b>2. Profesionales que intervienen en el proyecto.....</b>	<b>125</b>
<b>3. Definición de las fases del proyecto .....</b>	<b>127</b>
<b>4. Costes de elaboración del proyecto.....</b>	<b>128</b>
4.1. Horas efectivas y tasas horarias del personal.....	129
4.2. Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático.....	130
4.3. Coste del material consumible.....	131
4.4. Costes indirectos .....	131
4.5. Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto.....	131
<b>5. Costes asignados a cada fase del proyecto.....</b>	<b>132</b>
5.1. Costes asignados a la fase I: puesta en marcha del proyecto .....	132

5.2.	Costes asignados a la fase 2: recopilación de información .....	133
5.3.	Costes asignados a la fase 3: desarrollo del proyecto.....	133
5.4.	Costes asignados a la fase 4: elaboración del informe .....	133
5.5.	Costes asignados a la fase 5: presentación de los resultados .....	134
<b>6.</b>	<b>Coste total del proyecto .....</b>	<b>134</b>

## Capítulo 8º

---

### *Conclusiones y líneas futuras*

<b>1.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>139</b>
1.1.	Calidad de los datos.....	139
1.2.	Visualización de datos.....	140
1.3.	Industria 4.0 y Big Data.....	141
1.4.	Desarrollo de competencias transversales.....	141
<b>2.</b>	<b>Líneas futuras .....</b>	<b>142</b>

<b>Bibliografía</b>	<b>145</b>
---------------------	------------

---









# ***CAPÍTULO 1***

---

---

# ***INTRODUCCIÓN***



## 1. Antecedentes

El trabajo que aquí se describe se ha desarrollado en el entorno de una fábrica del sector de la automoción, perteneciente al grupo Renault. Más concretamente, se ha realizado en unas instalaciones totalmente automatizadas y robotizadas, por lo que la automatización y la robótica juegan un papel clave en su desarrollo.

El objeto de estudio de este proyecto es la optimización de una aplicación orientada a la Industria 4.0 y que trabaja con una gran base de datos (Big Data). Esta aplicación viene impuesta desde la dirección general del Groupe Renault y está en funcionamiento en algunas factorías del Grupo en Francia.

Esta aplicación permite la visualización de datos que se encuentran en una base de datos (DB). Esta DB es un archivo Access que recoge los datos que reportan los diferentes elementos del taller. Depende totalmente de la configuración de las instalaciones del taller, de lo que sus fiabilistas necesitan explotar y de cómo lo quieren explotar para tener la mayor reactividad posible y cumplir los objetivos de producción.

Este proyecto tiene dos partes bien diferenciadas que son la fiabilización de datos que nos proporcionan las instalaciones y la visualización de estos datos mediante el interfaz de la aplicación.

A partir de este punto, Diego Herrero, experto en programación de interfaces, hizo una preconfiguración para poder tener la DB del taller ligada a la aplicación y poder visualizar sus datos. Esta preconfiguración solo se hizo para vincular los datos a la aplicación, y no se modificó ninguna de las visualizaciones del interfaz ni la configuración de las instalaciones en la DB.

A modo resumen, la situación inicial es una aplicación orientada a la industria 4.0 y que trabaja con una gran base de datos. Ha sido heredada de otra factoría y tiene semivinculada la DB de nuestro taller.

El contexto en el que se va a desarrollar este proyecto es el núcleo de la industria 4.0, es decir, el uso masivo de datos procedente de una planta productiva en tiempo real. Esta aplicación no es a tiempo real, aunque los datos de su DB sí se recogen en tiempo real. No se puede disponer de ellos porque la herramienta que los recoge, SMP, solo permite extraer la totalidad de datos al finalizar un turno.

Parece evidente que estos datos son buenos, pero en este proyecto estos datos carecen de calidad y de fiabilidad. Esta necesidad se adentra en el contexto de los PLC y su programación ya que los datos se producen en fuentes heterogéneas organizadas en zonas y gobernadas por un autómeta (PLC).

Uno de los objetivos principales de este proyecto es la fiabilización de los datos que recogen las fuentes heterogéneas del taller. Este hecho es fundamental ya que, si

no se pueden utilizar estos datos, no sirve de nada visualizarlos y para ello se necesita un alto nivel de programación de PLC.

## **2. Motivación**

La problemática principal es mejorar la ratio operacional del taller. El principio fundamental para lograr este objetivo es aumentar el tiempo de buen funcionamiento de las instalaciones del taller y reducir el tiempo en el que están paradas sin sacar la producción adelante.

Hay dos formas de mejorar este rendimiento: reducir las averías o tiempos de estado no productivos y reducir los tiempos de cadencia de las instalaciones, entendiendo por tiempo de cadencia el tiempo que tarda una instalación en fabricar una pieza.

La premisa es controlar todo lo que sucede en el taller, tanto tiempos de estado como tiempos de cadencia, y unificar todos los datos que proporcionan los módulos que forman el taller en una sola herramienta de análisis. Esta premisa se da porque actualmente existen todos estos datos, pero están en múltiples sitios y, en ocasiones, están duplicados. Por consiguiente, el análisis del taller se complica por la dificultad de relacionar los datos entre sí de forma correcta.

La solución a este problema es juntar en una misma herramienta el análisis de todos los datos que se necesitan para el mantenimiento y explotación del taller. También se debe conseguir que la calidad de estos datos sea óptima para su explotación.

La necesidad de desarrollar este proyecto recalca en poder analizar datos fiables para que las soluciones a los problemas que, seguro que hay en el taller, tengan una repercusión positiva al llevarlas a cabo y no dar palos de ciego.

## **3. Objetivos y alcance**

El objetivo principal de este proyecto es optimizar el funcionamiento de la aplicación TIBCO Spotfire para poder utilizarla en el departamento de Chapa Valladolid. Para llevar a cabo esta optimización es necesario disponer de datos de calidad y poder visualizarlos correctamente.

Dar calidad a los datos que reportan las fuentes heterogéneas de los perímetros del taller significa conseguir que estos datos coincidan con lo que realmente sucede en la zona a la que pertenece la fuente.

Las instalaciones constan de tres talleres: Chapa1 (Ferrage y Ouvrants), Chapa2 (P1 y Base Rodante) y Chapa3 (Lados de Caja). Este proyecto, en una primera fase, se va a llevar a cabo en Chapa2 que es la parte más grande, crítica en términos de producción, e importante del departamento.

El objetivo de optimizar la aplicación se divide en dos grandes subobjetivos: fiabilizar los datos y visualizarlos en la aplicación. Esto se hará programando las diferentes visualizaciones en la interfaz de la aplicación.

Una vez definido el objetivo principal, es donde aparece el concepto de alcance, es decir, ¿qué debemos hacer para conseguir los objetivos?

### **3.1. Fiabilización de datos**

Los datos con los que se trabaja en el taller se corresponden a: tiempos de estado de las zonas del taller, tiempos de ciclo y tiempos de cadencia, y contadores de producción.

Dentro de los tiempos de estado de las zonas está el tiempo de buen funcionamiento y los tiempos de avería donde la zona está parada sin producir. En los tiempos de averías tenemos tiempos cuya programación es interna del módulo, por lo que viene predeterminada del proveedor, y otros tiempos que nosotros podemos programar en el autómatas que gobierna el módulo.

Hemos aceptado que los tiempos de estado que genera el módulo están bien programados ya que son condiciones internas sobre movimientos, trayectorias, garras, detecciones, etc. Estas son los tiempos de parada propia "APP", parada inducida "APF" y parada de explotación "APE".

Por otro lado, tenemos los tiempos de estado que sí podemos programar en el autómatas y que son externos al módulo. Estos tiempos son las paradas inducidas por saturación (AIS), por falta de alimentación (AIM) y por otros motivos (AIA).

Para alcanzar nuestro objetivo de fiabilizar los datos, nos vamos a centrar en la programación de los tiempos de estado externos al módulo. Para eso, debemos hacer un estudio previo de las zonas que no tienen una calidad de datos que podamos aceptar (por debajo del 7% de desviación del Datas Quality).

Una vez hecho el estudio tenemos que comprobar la programación de los tiempos de estado de las zonas que están por encima de ese 7%. Se corrigen las condiciones, en el programa autómatas, para que se dé ese tiempo de estado. Por último, ajustamos la temporización para que este tiempo de estado nos reporte datos cuando supere el tiempo de cadencia de la zona.

Con los tiempos de ciclo nos pasa como con algunos tiempos de estado; es un dato interno del módulo que viene configurado en su programa por el proveedor. Esto

quiere decir que asumimos que están bien programados ya que, de lo contrario, el proveedor debería llevarse el programa y modificarlo *offline*.

En cuanto a los contadores de producción, estos están programados en el autómatas que gobierna el módulo, por lo que podemos modificarlos si fuera necesario. Estos contadores de producción distinguen las diferentes diversidades de piezas que pasan por una zona. Lo que se debe hacer para comprobar y corregir dichos contadores es:

- Tomar el dato de la producción de una zona de la instalación de la cual sabemos que sus contadores están funcionando correctamente.
- Asumiendo una desviación de  $\pm$  el stock que dicha zona tenga en su final, comprobamos si los contadores de producción cuentan bien.
- Si no hacen bien su trabajo debemos ir al segmento del programa autómatas de la zona y compararlo con el mismo segmento de la zona que sí cuenta bien la producción.
- Por último, debemos dejar el segmento de diversidad que discierne igual que el de referencia que sabemos que funciona bien.

### 3.2. Visualización de datos

El punto de partida de esta parte del objetivo era muy primitivo por lo que hay que comprobar todas las visualizaciones de la interfaz. Lo primero es saber lo que los fiabilistas y el mantenimiento del taller necesitan ver (variables) y cómo lo quieren ver (áreas gráficas o de texto).

Una vez esto está claro, hay que comprobar las visualizaciones existentes y decidir si podemos reciclar algunas o si es necesario crear nuevas o incluso borrar algunas que no nos aportan una información relevante.

Reciclar visualizaciones será un proceso sencillo ya que solo hay que cambiar las variables que se muestran en los gráficos y, a lo sumo, el tipo de gráfico. También es posible que haya que modificar el tipo de filtro de la visualización para poder mostrar los datos de una zona u otra.

El caso de reciclar una visualización se da cuando en la visualización hay que añadir un área para mostrar un gráfico de otra zona, crear un acceso directo a otra visualización o, simplemente, cambiar la instalación que se muestra en dicha visualización.

A la hora de las visualizaciones o pestañas a crear desde cero, hay dos posibilidades. Por un lado, es posible crear la visualización de cero, para lo que es necesario un boceto y definir el tipo de área que se necesita para poder replicar dicho boceto. También hay que definir el tipo de gráfico y las variables que se van a

representar en el área gráfica; si, por el contrario, es un área de texto hay que introducir accesos directos, filtros de selección, listas desplegables, texto e iconos, etc.

La otra posibilidad es crear una visualización muy parecida a otra existente, pero mostrando datos de otras zonas del taller. En este caso, simplemente hay que duplicar alguna de las visualizaciones y modificar las zonas que se muestran en ella a través de los números de zona.

## 4. Estructura de la memoria

En este apartado se incluye una breve descripción del contenido de los capítulos que integran esta memoria.

El capítulo **Software TIBCO Spotfire** describe brevemente la aplicación que es objeto de estudio en este proyecto. Comienza con una breve reseña histórica de la empresa propietaria. También se explica el funcionamiento y la filosofía de análisis de los datos que nos ofrece esta potente aplicación.

Además, se explica la arquitectura de red del departamento y la ruta de transmisión de datos desde los módulos que los generan hasta tenerlos disponibles en la aplicación. Por último, se da una visión del punto de partida del desarrollo y adaptación de la aplicación al taller.

En el siguiente capítulo, **Descripción de los tipos de islas**, se describen los diferentes tipos de islas que componen las instalaciones. Vamos a encontrar dos zonas muy diferenciadas, el “P1” y “Preparaciones BR”. Además, se va a indicar el porqué es necesario diferenciar entre estos dos tipos de islas a la hora de la programación del autómatas que gobierna los módulos que forman dichas islas.

En este mismo capítulo se incluye la **Descripción de los tiempos de estado**. Esta parte del capítulo describe quizás el término más relevante de este proyecto como son los tiempos de estado de las zonas del taller. Se expondrán también dos clasificaciones de estos tiempos: una atendiendo a su naturaleza y otra atendiendo al modo de documentación. También se describirá la codificación de colores y abreviaturas (terminología) que se utiliza en el día a día a nivel de taller.

Por último, se muestra una breve reseña a las temporizaciones internas de SMP (programa que gestiona los datos generados por los módulos del taller) para discernir entre una micro parada y una parada real.

En el capítulo **Metodología IHMP** es donde se expone el método seguido para alcanzar el objetivo de visualización en la aplicación añadiendo también algunos resultados obtenidos de la aplicación con este método.

También se explican algunas variaciones para facilitar y agilizar el análisis, así como un problema para cuya resolución ha sido necesario contactar con un experto programador del grupo en Francia.

En el capítulo **Metodología automatismos**, al igual que en el capítulo anterior, se expone el método seguido para alcanzar el objetivo de fiabilización de los datos que reportan los diferentes módulos del taller. Esta metodología es la que ha ocupado el 80% del tiempo de desarrollo de este proyecto.

Para desarrollar esta metodología se ha necesitado la ayuda de varios expertos en automatismos del departamento, ya que es la parte más delicada del taller. Dentro del capítulo se explican todos los tipos de modificaciones que se han tenido que hacer para alcanzar el objetivo.

Finalmente, se realiza un análisis de los resultados obtenidos y se localizan posibles fallos y líneas de acción para una segunda fase de desarrollo.

El capítulo de **Resultados** expone los resultados obtenidos de todo el laborioso trabajo que ha llevado este proyecto, el cual ha cumplido los objetivos marcados en la primera fase.

Los resultados se presentan en dos apartados que corresponden a los dos grandes objetivos. Esta presentación se hace mediante imágenes en las que se ven, por un lado, las nuevas pestañas y, por otro, la visualización *Datas quality* de los diferentes perímetros, que permite mostrar el nivel de fiabilización final que alcanzan los datos reportados.

En el capítulo **Estudio económico** se van a desarrollar los costes de llevar a cabo este proyecto. Se expone la jerarquía del proyecto y sus fases, se presenta el estudio económico propiamente dicho, y también se desglosan los costes de acuerdo con las fases del proyecto. Por último, se calcula el coste total del proyecto.

El capítulo **Conclusiones y líneas futuras** pone punto final al proyecto. Este capítulo recoge un análisis y reflexión del trabajo desde una perspectiva crítica. En primer lugar, analiza el grado de cumplimiento del objetivo principal del TFG y se describe brevemente lo que se considera más útil o relevante del software desarrollado. En las líneas futuras se redactan las posibilidades de mejora que ya se han planteado y nuevas alternativas que no se han abordado en el proyecto por distintas razones.



# ***CAPÍTULO 2***

---

---

## ***SOFTWARE TIBCO SPOTFIRE***



## 1. Introducción

TIBCO SPOTFIRE es una plataforma de análisis e inteligencia empresarial para el análisis de datos mediante estadísticas predictivas y complejas. Fue desarrollada por TIBCO Software Inc. una empresa que se especializa en Big Data e integraciones de software. Tiene su sede en Palo Alto, California, en el Parque de Investigación Stanford, y tiene oficinas en Norteamérica, Europa, Asia, Oriente Medio, África y Sudamérica (TIBCO, s.f.).

En este capítulo se va a describir todo lo necesario para conocer la aplicación que es objeto de estudio en este proyecto, historia, filosofía, funcionamiento y arquitectura de red en la que se explicará bien a fondo el método Ethernet que se utiliza en el taller, así como el recorrido particular de la información desde su generación hasta que se muestra en la aplicación.

También se va a exponer la situación de partida del proyecto para tener un buen análisis y poder entender mejor porque ha llevado tantas horas, esfuerzo y recursos poner en funcionamiento esta aplicación que dará unos resultados extraordinarios.

## 2. Breve reseña histórica

Tal y como se recoge en la entrada de Wikipedia de la compañía (Wikipedia, s.f.), en 1997, Vivek Ranadivé fundó TIBCO (*The Information Bus Company*) con el respaldo de Cisco Systems. El software del bus permitió una comunicación dentro de los mercados financieros en tiempo real y sin intervención humana. La tecnología fue utilizada por empresas como SAP, IBM y Oracle. Más tarde, la empresa se convirtió en una de las 13 empresas de Microsoft en tecnología '*push*', que ofrece contenido de Internet a los usuarios de forma gratuita a través de navegadores web.

En el 2000, Yahoo presentó Corporate Yahoo, una plataforma desarrollada con el software TIBCO que permitía a las empresas desarrollar comunicaciones personalizadas entre computadoras. La compañía sobrevivió a la burbuja de las punto-com y durante el primer semestre de 2001 la capitalización de mercado de la empresa creció significativamente acercándose a los dos mil millones de dólares (Wikipedia, s.f.).

Dos años más tarde, en 2002, Verity, un proveedor de software de infraestructura de portales de negocios estadounidense, anunció una alianza ampliada con la empresa para integrar la tecnología Verity K2 Developer con TIBCO ActivePortal 4.0 con el fin de dar un salto de calidad. En 2003, el operador de telefonía británico Vodafone y la compañía aérea Delta AirLines utilizaron el software TIBCO para organizar sus sistemas operativos.

Desde su lanzamiento en 2007, el iPhone tiene un software TIBCO que recibe peticiones de los usuarios para facilitar el proceso de ventas. Xcel Energy lanzó su programa SmartGridCity en 2009, que brindaba asistencia a las empresas que buscaban reducir las emisiones de carbono, mientras usaban el software TIBCO.

Durante la Copa del Mundo de 2010, la FIFA utilizó el software TIBCO para ofrecer a los espectadores diversos análisis sobre las actuaciones de los equipos. Para 2011, los ingresos anuales de la compañía habían aumentado a 920 millones de dólares, su base de clientes a 4000 y su número de empleados a 2500.

En diciembre de 2014, se completó la adquisición de TIBCO por Vista Equity Partners. Murray Rode fue nombrado director ejecutivo y, finalmente, en octubre de 2020, TIBCO anunció la adquisición de Information Builders (IBI), una empresa líder de datos y análisis con sede en la ciudad de Nueva York.

### **3. Funcionamiento y filosofía del software**

Tal y como se indica en (Castro Gil, y otros, 2007), la filosofía de esta aplicación es tener todos los datos que nos aporta el taller, y que recoge SMP, en un solo lugar y relacionados entre sí. Esta es la razón por la que el jefe de departamento la ha elegido. Es justo lo que necesitan los fiabilistas y los equipos de mantenimiento para mejorar la explotación del taller, poder cumplir el objetivo de producción regularmente y, en un futuro, poder aumentar ese objetivo de producción. Esta filosofía nos va a aportar una mejora sustancial a la hora de abrir horizontes de análisis para detectar el punto más penalizante del taller, aquel responsable de la mayor pérdida de producción.

Por otro lado, el funcionamiento de la aplicación es muy sencillo. Toma datos de una gran base de datos, que se actualiza con nuevos datos al finalizar cada turno. Esto lo hace mediante una extracción del servidor SMP99. Una macro se encarga de copiar estos datos y los inserta en un documento Access (VAL\_KPI). Una vez relleno este Access, la aplicación inserta los datos para poder mostrarlos; la forma de visualizar estos datos se consigue programando el interfaz del software.

También es importante destacar que tiene muchos modos de explotación. Estos modos de explotación dependen de los datos que se quieran consultar. Su explotación principal la van a llevar a cabo los fiabilistas y los jefes de taller, quienes van a analizar la causa principal del descenso de producción. Pero también se puede explotar para ver dónde hay que mejorar los tiempos de cadencia de las zonas, o para saber en qué zonas penaliza la carga de piezas por AGV o por carga operario, etc.

## 4. Arquitectura de red

Cuando se habla de arquitectura de red, nos referimos a las tecnologías que admiten la infraestructura, servicios y protocolos que transmiten los mensajes a través de la red, para que esta sea fiable y funcione perfectamente. La arquitectura es el 'plan' con el que se conectan los protocolos y otros programas de software (Castro Gil, y otros, 2007).

Actualmente, una buena arquitectura de red debe cumplir cuatro características básicas (Castro Gil, y otros, 2007): tolerancia a fallos, escalabilidad, calidad de servicio y seguridad. Una red tolerante a fallos es aquella que limita el impacto de un error de software o hardware y que, además, puede recuperarse de dicho error rápidamente. Por su parte, la escalabilidad permite el crecimiento de las redes sin repercutir en su funcionamiento.

Para que una red suministre una buena calidad de servicio, crea lo que se denominan prioridades. Una prioridad se crea entre los nodos de la red para que una trama con mayor urgencia sea transmitida antes que otra con menor urgencia. Un ejemplo de mecanismo de calidad de servicio es la priorización de tráfico y la garantía de un ancho de banda mínimo. Las garantías de la calidad de servicio son importantes si la capacidad de la red es insuficiente.

Por último, la seguridad es la característica que más se está desarrollando actualmente, ya que es la que más preocupa a la sociedad actual. La confidencialidad de los datos es primordial a la hora de enviar mensajes a través de una red, y es por eso, que esta característica es la más importante y la que requiere mayor desarrollo e investigación.

La red con la que se comunican los elementos es una *Red Ethernet*. Ethernet es un protocolo que está principalmente orientado al procesamiento de datos distribuido y acceso de terminal que requieran de una conexión económica a un medio de comunicación local transportando tráfico a altas velocidades (Castro Gil, y otros, 2007). Está basado sobre una topología bus de cable coaxial, usando CSMA/CD para acceso al medio y transmisión en banda base a 10 MBps. Además de cable coaxial soporta pares trenzados. También es posible usar Fibra Óptica haciendo uso de los adaptadores correspondientes.

### 4.1. Funciones de la Arquitectura Ethernet

A continuación, se enumeran las principales funciones de la arquitectura Ethernet (Hernando, 1991):

- Encapsulación de datos
- Formación de la trama estableciendo la delimitación correspondiente
- Direccionamiento del nodo fuente y destino

- Detección de errores en el canal de transmisión
- Manejo de enlace
- Asignación de canal
- Resolución de contención, manejando colisiones
- Codificación de los datos
- Generación y extracción del preámbulo para fines de sincronización
- Codificación y decodificación de bits
- Acceso al canal
- Transmisión / Recepción de los bits codificados.
- Sensibilidad de portadora, indicando tráfico sobre el canal
- Detección de colisiones, indicando contención sobre el canal

## 4.2. Formato de Trama

En una red Ethernet cada elemento del sistema tiene una dirección única de 48 bits, y la información es transmitida en grupos de bits denominados tramas. Las tramas incluyen los datos a ser enviados, la dirección de la estación que debe recibirlos y la dirección de la estación que los transmite. Cada interfaz ethernet monitoriza el medio de transmisión antes de una transmisión, para asegurar que no esté en uso, y durante la transmisión para detectar cualquier interferencia (Hernando, 1991).

En caso de alguna interferencia durante la transmisión, las tramas son enviadas nuevamente cuando el medio esté disponible. Para recibir los datos, cada estación reconoce su propia dirección y acepta las tramas con esa dirección mientras ignora las demás. El tamaño de trama permitido sin incluir las cabeceras puede ser desde 64 a 1518 octetos. Las tramas fuera de este rango son consideradas no válidas.

## 4.3. Campos que Componen la Trama

La trama es lo que se conoce también por el nombre de "*frame*". A continuación, se describen los principales campos que componen la trama, que aparecen recogidos en la imagen 2.1.

Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	MAC de destino	MAC de origen	802.1Q Etiqueta(opcional)	Ethertype (Ethernet II) o longitud (IEEE 802.3)	Payload	Secuencia de comprobación (32-bit CRC)	Gap entre frames
7 Bytes	1 Byte	6 Byte	6 Bytes	(4 Bytes)	2 Bytes	De 46 (o 42) hasta 1500 Bytes	4 Bytes	12 Bytes
64–1522 Bytes								
72–1530 Bytes								
84–1542 Bytes								

Imagen 2.1. Estructura de la trama de 802.3 Ethernet (Hernando, 1991)

El primer campo es el *preámbulo*, que indica el inicio de la trama y tiene el objeto de que el dispositivo que lo recibe detecte una nueva trama y se sincronice. El *delimitador de inicio de trama* indica que el "frame" empieza a partir de él. Los *campos*

*MAC de destino y origen* indican las direcciones físicas del dispositivo al que van dirigidos los datos y del dispositivo origen de los datos, respectivamente.

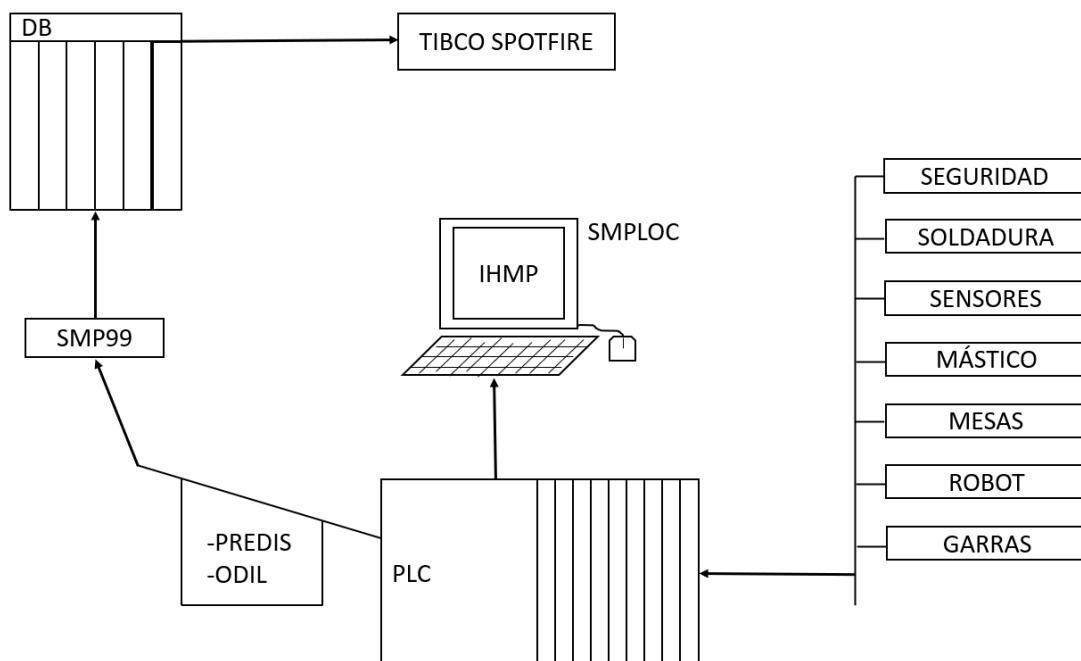
La *etiqueta* es un campo opcional que indica la pertenencia a una VLAN o prioridad en IEEE P802.1p, mientras que *Ethernetype* indica con qué protocolo están encapsulados los datos que contiene la "Payload", en caso de que se usase un protocolo de capa superior.

La "*Payload*" es donde van todos los datos y, en el caso correspondiente, cabeceras de otros protocolos de capas superiores (según modelo OSI) que pudieran formatear a los datos que se tramiten (IP, TCP, etc.). Tiene un mínimo de 64 Bytes hasta un máximo de 1500 Bytes. Los mensajes inferiores a 64 bytes se llaman "*runt frames*" e indican mensajes dañados y parcialmente transmitidos.

La *secuencia de comprobación* es un campo de cuatro bytes que contiene un valor de verificación CRC (control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC, suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula; si el valor calculado es 0 la trama es válida. El *gap de final de trama* son 12 bytes vacíos con el objetivo de dejar un espacio entre tramas.

#### 4.4. Ruta de datos

Una vez planteada la teoría de la arquitectura de red en la que se basa la comunicación, en el siguiente esquema se va a mostrar la trazabilidad de la información desde que la genera un módulo hasta que se muestra en una visualización de la aplicación en el esquema 2.1.



Esquema 2.1. Ruta de datos

La generación del dato se da en un módulo perteneciente a una zona de una isla que se encuentra en uno de los perímetros del taller. Este dato se transmite a un módulo de entrada salida del PLC que gobierna el funcionamiento de la zona en cuestión. Una vez en el PLC el dato toma dos rutas:

- SMPLOC: este es el programa, no servidor, SMP que se encuentra en cada uno de los “MOP” de las zonas del taller. Esto se hace para mostrar los tiempos de estado de manera local y facilitar el trabajo al mantenimiento y porque cuando se da un tiempo de estado cuya documentación es obligatoria, el bloque de diálogo lo genera SMPLOC a través del interfaz del “MOP”.
- SMP99: para que el dato llegue hasta el servidor de SMP, “ODIL”, programa que genera un archivo Excel (Predis) que contiene las direcciones de memoria que enlazan el PLC con SMP99. Una vez generado este archivo, el dato ya puede pasar del PLC al servidor SMP mediante su dirección de memoria.

Una vez el dato está en el servidor “SMP99”, se hace una extracción de todos sus datos a un archivo Excel a través de una macro. Esta macro extrae todos los datos del día y turno que le indiquemos a través de un formulario (Imagen 2.2).

En este formulario se rellena el campo “VAL”, que nos indica la factoría, el campo “Body”, que nos indica que son datos de un taller, y el campo “Period”, en el que indicamos el periodo en días que queremos extraer y los turnos.

Esta extracción se realiza de todas las zonas que tiene configuradas la macro a través del número de zona. Los datos extraídos se almacenan en un archivo Access con nombre “VAL\_KPI”. Este documento es lo que se define en el esquema 1 como “DB” (Big Data Base).

Esta “DB” se autoconfigura en diferentes tablas agrupadas por la categoría de los datos que contiene: Blocks Arrets, TCY, Production, etc. A las columnas que contienen estas tablas es a donde va a buscar el dato que queremos mostrar y que se originó en el módulo.

## 5. Estado original de la aplicación

Como se ha comentado en la introducción, esta aplicación se ha heredado de otra fábrica y de otro departamento. Se trata de un problema añadido, ya que el taller de procedencia no posee la misma configuración que el nuestro.



OUTIL D'ANALYSE DE LA FIABILITE DES USINES V2.0

KPI PLANTS

Pour toutes questions, contactez M. Abdelkarim HAMEG (P062249)

Plant :  Workshop :

Unit :

**RENAULT**  
DRIVE THE CHANGE

**.1 Plants**

All Plants

REV  UAS

UGB  VAZ

SOV  UAG

PAI  COR

BUR  MOS

PIT  TAN -1

LHA  TAN -2

MCA  UPL

VAL  VAL Car

**.2 Workshops**

Body

**.3 Period**

Day  Week  Month

From  To

**Shifts**

**.4**

Date : 06/12/2020

Imagen 2.2. Formulario de selección

Aunque las zonas que se mostraban en las visualizaciones se habían preconfigurado anteriormente con las de nuestro taller, aunque dicha configuración no era del todo correcta ya que sobraban algunas zonas y faltaban otras. Además, los flujos de piezas a través de las instalaciones del taller estaban mal configurados.

## 5.1. Interfaz

Esta parte la conforman las pestañas que contienen las visualizaciones con los diferentes datos que nos aporta SMP. Llamamos pestañas a las diferentes páginas que aparecen en la parte superior de la pantalla (Imagen 2.3).

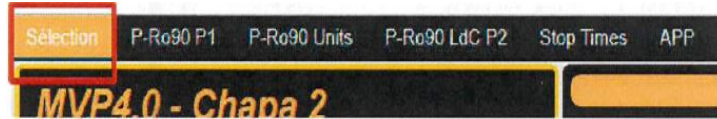


Imagen 2.3. Pestañas del interfaz

Los datos aparecen dispuestos en diferentes tipos de gráficos y áreas de texto. A estas áreas las denominamos visualizaciones. A continuación, vamos a ver el estado original de las pestañas acompañadas de una breve explicación de su contenido.

En la imagen 2.4 se muestra la pestaña Selection. En esta visualización tenemos la sección del día y turno de donde se quieren ver los datos y un pequeño resumen de los tiempos de estado no productivos más penalizantes. También se muestra la producción y el rendimiento operacional del taller.

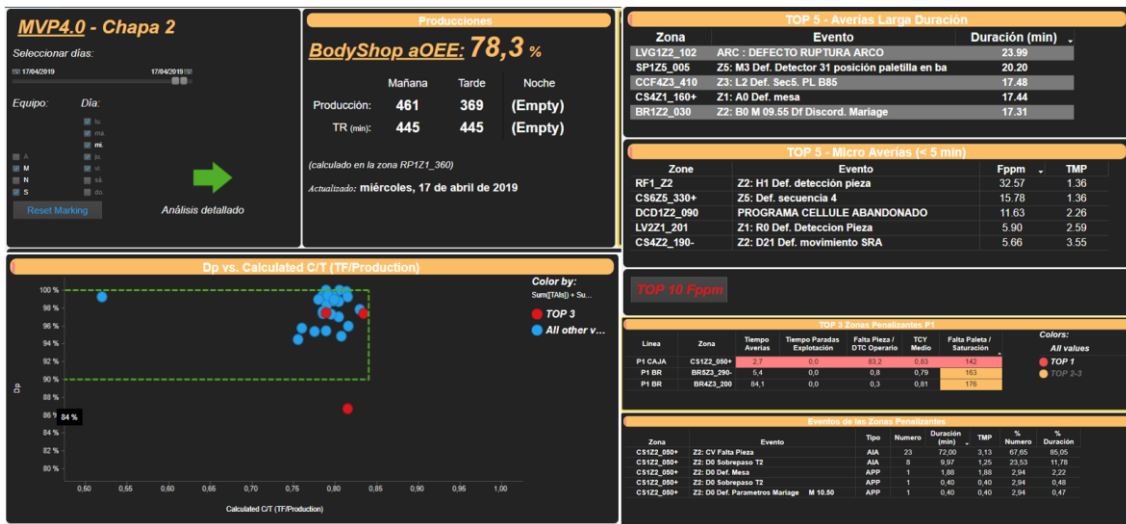


Imagen 2.4. Pestaña Selection

En la pestaña P-RO90 P1 (Imagen 2.5) se muestran los tiempos de estado de cada zona del Perímetro 1, junto con una pequeña leyenda con el significado de los colores. También se ve un “Cadre Magique”; este cuadro es una zona en la que deben estar todos los valores registrados para ser aceptados, con la disposición propia frente al tiempo de ciclo medio (TCY medio).

En la pestaña Stop Times (Imagen 2.6) se puede apreciar el tiempo requerido de una zona desglosado en los diferentes tiempos de estado que ha sufrido mediante un gráfico en cascada. También existen unos botones que llevan a otras pestañas en las que se analizan más profundamente los diferentes tiempos de estado de la zona seleccionada.



Imagen 2.5. Pestaña P-RO90 P1

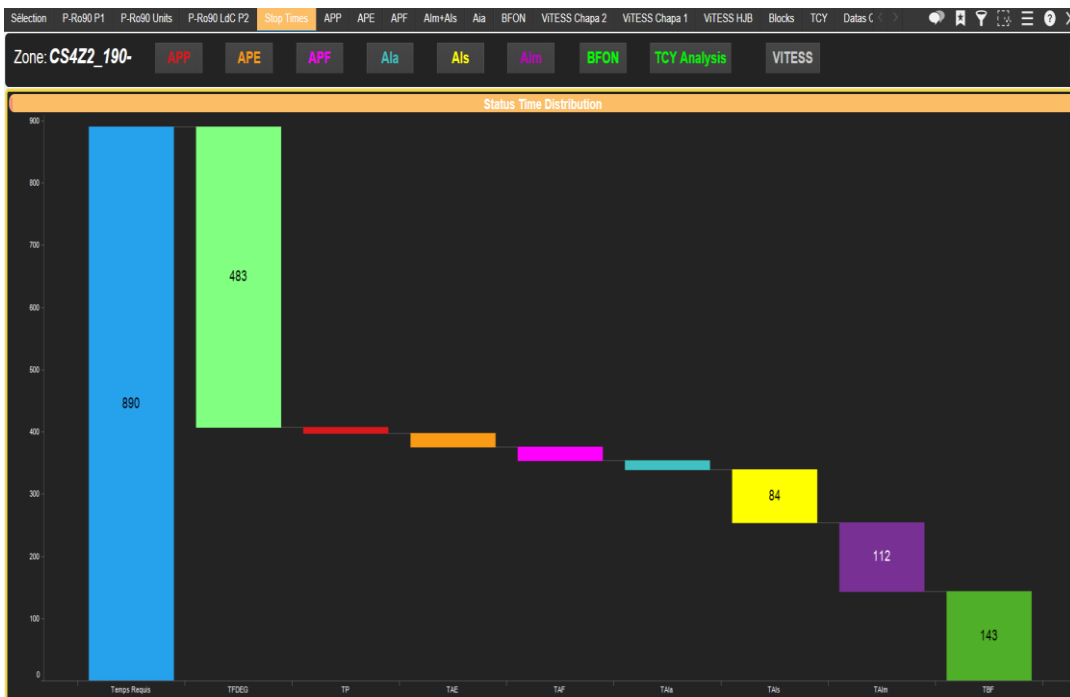


Imagen 2.6. Pestaña Stop times

En la imagen 2.7 se muestra la pestaña APP en la que se puede ver el tiempo de estado de parada propia mediante diferentes filtros y, además, una lista con una pequeña descripción de la parada propia y un gráfico que dice la duración y a la hora a la que se han producido.

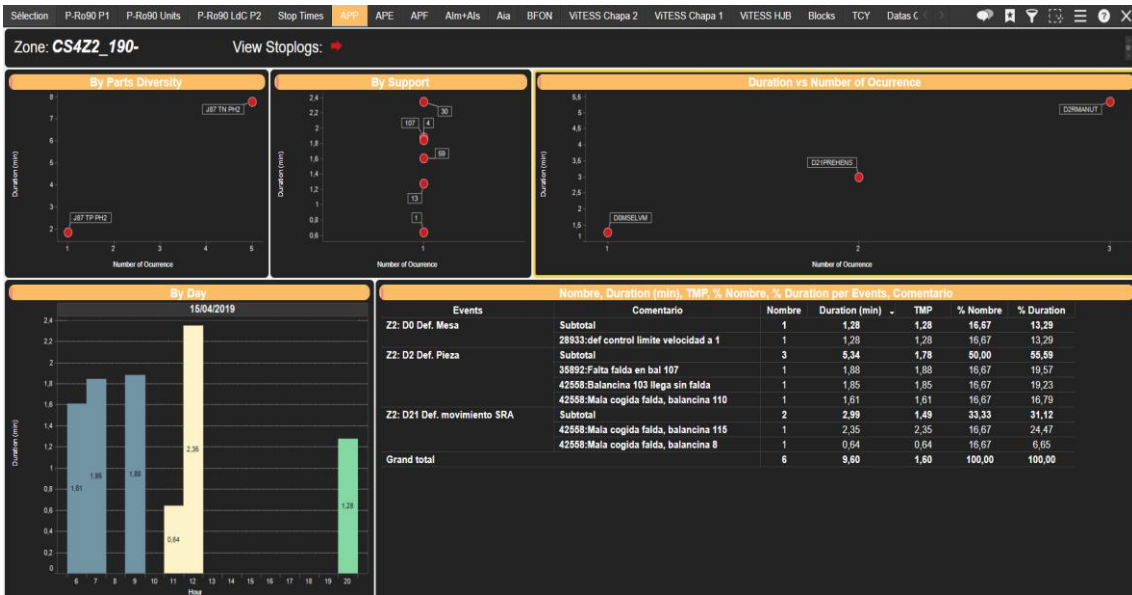


Imagen 2.7. Pestaña APP

La pestaña Blocks (Imagen 2.8) aporta una lista de los bloques de parada de la zona y tipo de tiempo de estado que se seleccione. Esta lista tiene los mismos campos que la que podemos extraer de SMP99. Esta tabla es exportable a Excel, lo que ayudará a su análisis.

E	Date Debut	C_BA_DATE_DE FIN	Documentation	Type	Type Detected	C_BA_...	C_ZON_MNEMO	C_BAP_MNEMO_MOD_DECLARE	C_BA_MNEMO_DETECTE	C_BA_LIBELLE_EVT
F	15/04/2019 6:21:37	15/04/2019 6:24:11	D	APP	APP	1,81	CS4Z2_190	D2RMANUT	D2RMANUT	ZZ: D2 Def. Pieza
F	15/04/2019 7:18:06	15/04/2019 7:20:34	D	APP	APP	1,85	CS4Z2_190	D2RMANUT	D2RMANUT	ZZ: D2 Def. Pieza
F	15/04/2019 9:58:43	15/04/2019 9:59:09	D	APP	APP	1,88	CS4Z2_190	D2RMANUT	D2RMANUT	ZZ: D2 Def. Pieza

Imagen 2.8. Pestaña Blocks

Las siguientes dos pestañas, APE (Imagen 2.9) y APF (Imagen 2.10), tienen las mismas visualizaciones que la pestaña APP (Imagen 2.7), excepto la visualización “By Support” que aquí no es necesaria porque en el soporte de las piezas no puede haber APE ni APF.

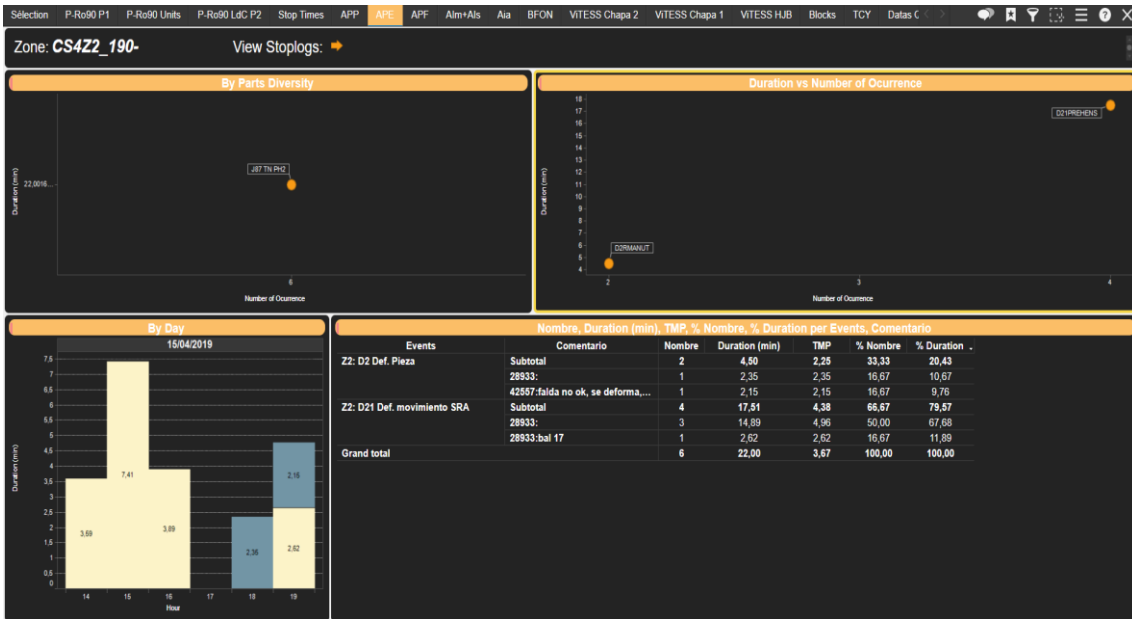


Imagen 2.9. Pestaña APE

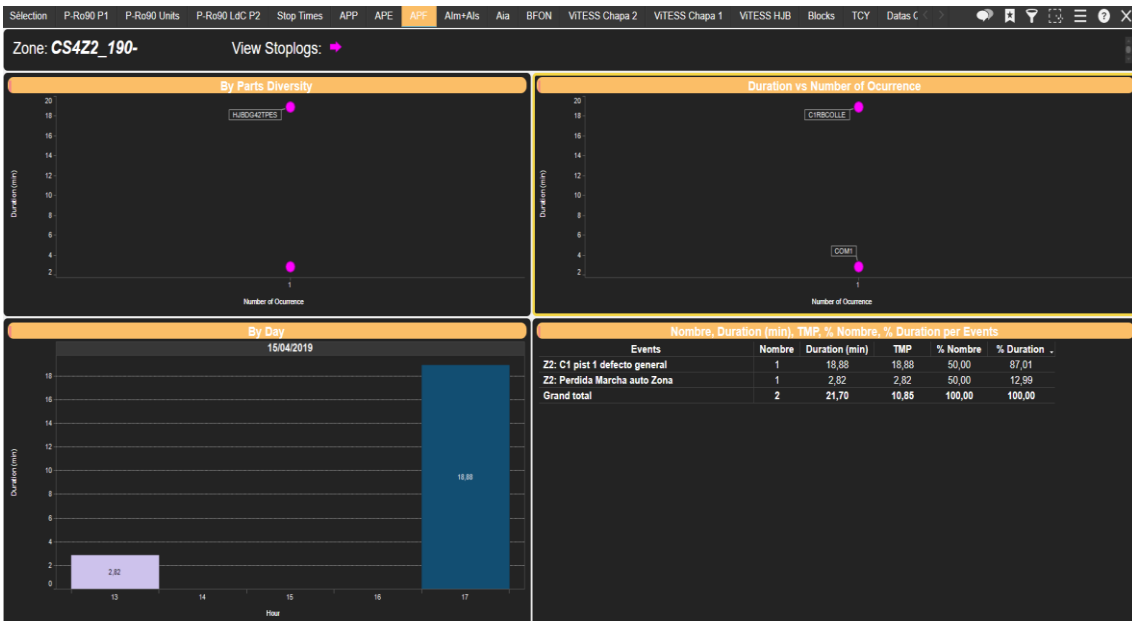


Imagen 2.10. Pestaña APF

La pestaña AIA (Imagen 2.11) también amplía el análisis de un tiempo de estado y, más concretamente, las paradas inducidas. Hay una ligera variación con respecto a las anteriores ya que dentro de las AIA puede haber varios tipos y es lo que se muestra en el gráfico de tarta. Las otras dos visualizaciones son idénticas a los casos anteriores.

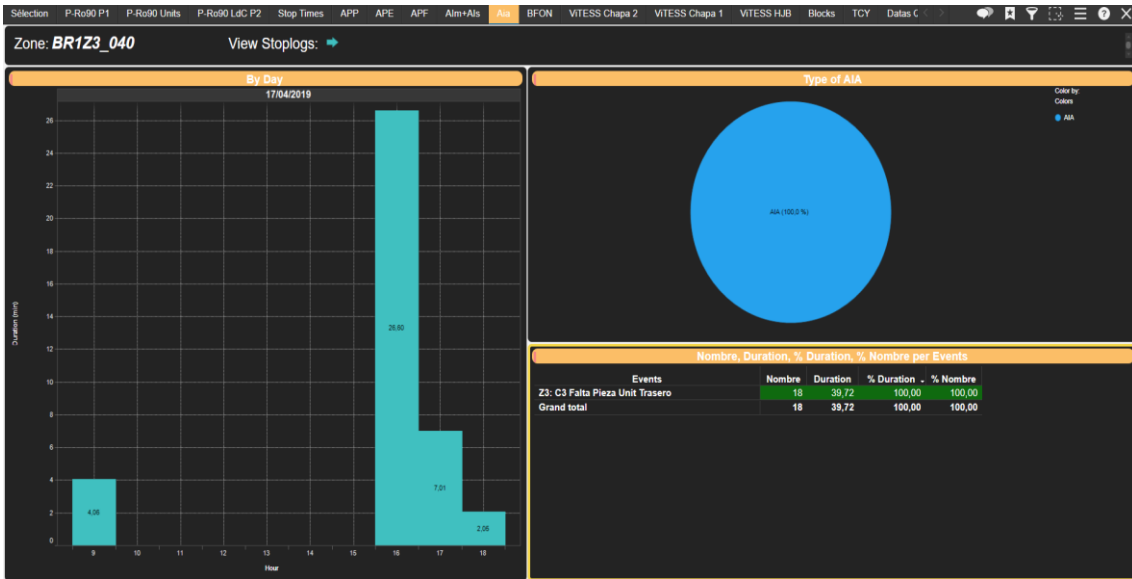


Imagen 2.11. Pestaña AIA

En la pestaña AIM+AIS (Imagen 2.12) se muestran un análisis un poco más detallado de los tiempos de estado de saturación y falta de pieza. En ella existe una visualización del gráfico por tiempo y hora de ocurrencia. También están los gráficos que enfrentan la duración de los tiempos con su número de ocurrencia filtrándolos por el módulo que ha detectado ese tiempo de estado.

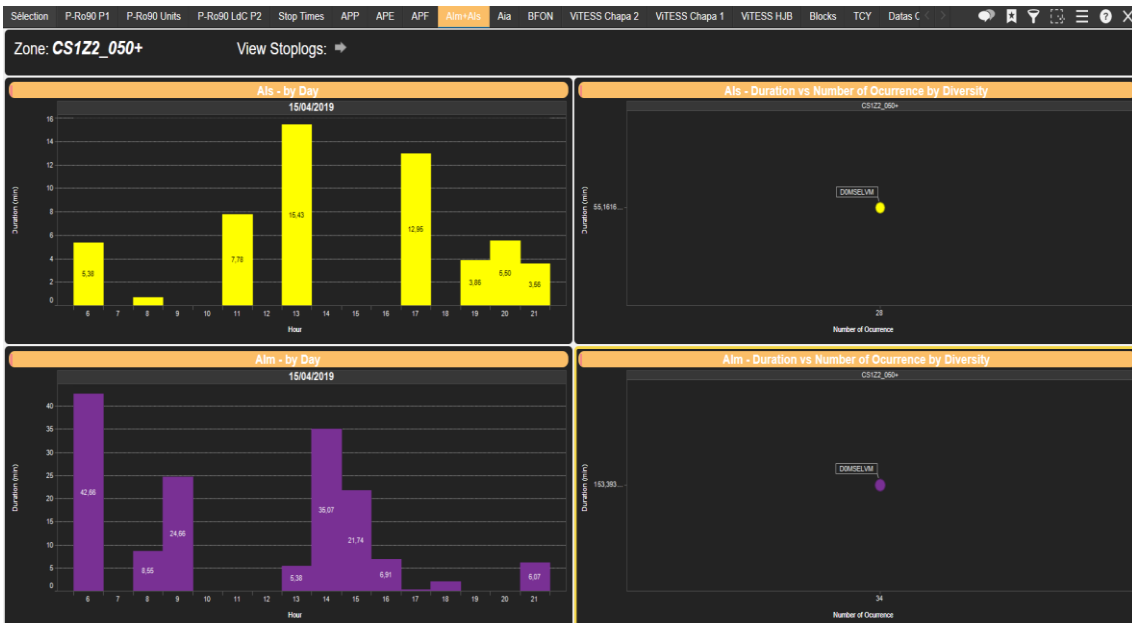


Imagen 2.12. Pestaña Aim+Ais

Los “BFON” son bloques de parada del tipo APP/APE filtrados por la temporización T6 de SMP. Esta temporización equivale a 6 segundos. Son micro-paradas que causan sobrepasos de tiempo de ciclo.

En la imagen 2.13 se ven los BFON que han ocurrido en el periodo seleccionado filtrados por diferentes variables como zona, módulo y evento. Por último, vemos un TOP 10 de eventos BFON.

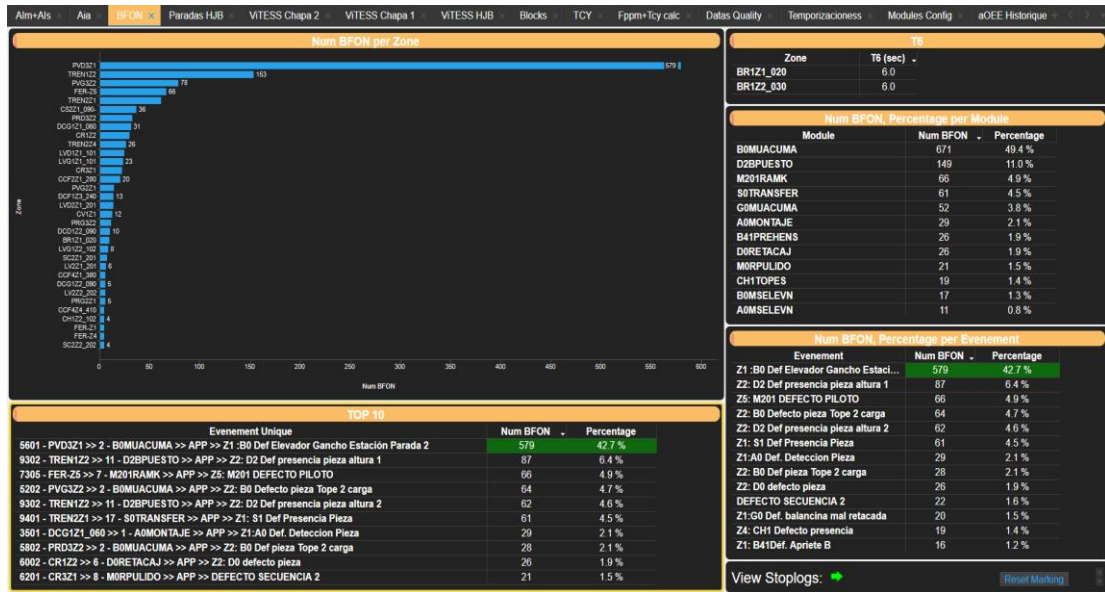


Imagen 2.13. Pestaña BFON

En la pestaña VITESS (Imagen 2.14) se pueden ver los tiempos de estado de cada zona del Perímetro 1, Unit Arrière, Unit Avant y los dos perímetros de Chapa3. Las visualizaciones muestran la misma configuración y tipo de dato que la pestaña “P-RO90 P1” de la imagen 2.12.



Imagen 2.14. Pestaña Vites

En la imagen 2.15 se muestra la pestaña TCY, en la que se ven varios gráficos. Todos estos gráficos, menos el de la división de producción por diversidad, se basan en dos variables que mide el autómat: el tiempo de ciclo propio (TCY prop) y el tiempo de ciclo total (TCY tot). La diferencia entre ambas es que el TCY prop no cuenta las esperas, es decir, solo mide el tiempo que el módulo está trabajando. En esta pestaña también tenemos un botón para resaltar el TOP 3 de peores tiempos de ciclo.



Imagen 2.15. Pestaña TCY

El significado de “FPPM” corresponde a averías por cada mil piezas. En el departamento se utiliza este término para hablar del número de veces que se ha detectado un tiempo de estado no productivo por cada mil piezas y “TCY Calc” es el tiempo de ciclo calculado de forma teórica.

La pestaña que se ve en la imagen 2.16 se ve la visualización que permite seleccionar la zona de la que queremos ver datos. Una vez hecha la selección se muestra un Top 10 de Fppm y un gráfico que recoge todas las zonas del perímetro seleccionado. La visualización inferior muestra el TCY medio (TF/NPTR) en comparación con el objetivo TCY para la zona.

Lo que se ve en la imagen 2.17 es la pestaña Datas Quality. Como ya se explicó en el apartado 4.1., esta es la pestaña que nos indica la calidad de los datos por perímetro y zona. A parte de los gráficos de porcentaje y producción, hay una visualización para seleccionar el perímetro que queremos ver. Por último, tenemos a la derecha dos visualizaciones: una nos indica el tiempo requerido que va asociado a la selección que hemos hecho en la pestaña “Selection” y la otra nos divide ese tiempo requerido en los diferentes tiempos de estado en los que ha estado la zona seleccionada.



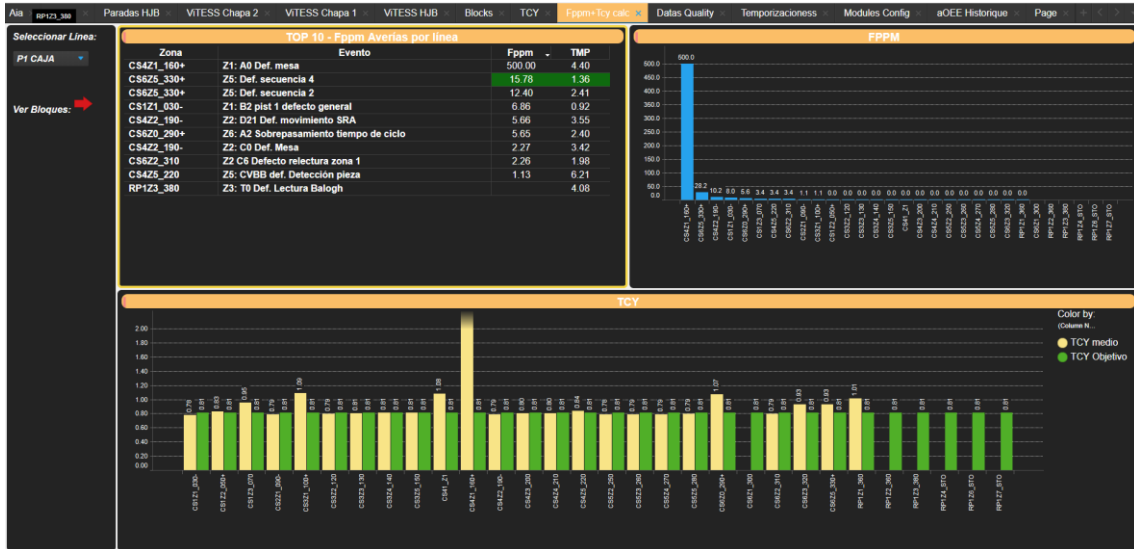


Imagen 2.16. Pestaña Fppm-Tcy Calc

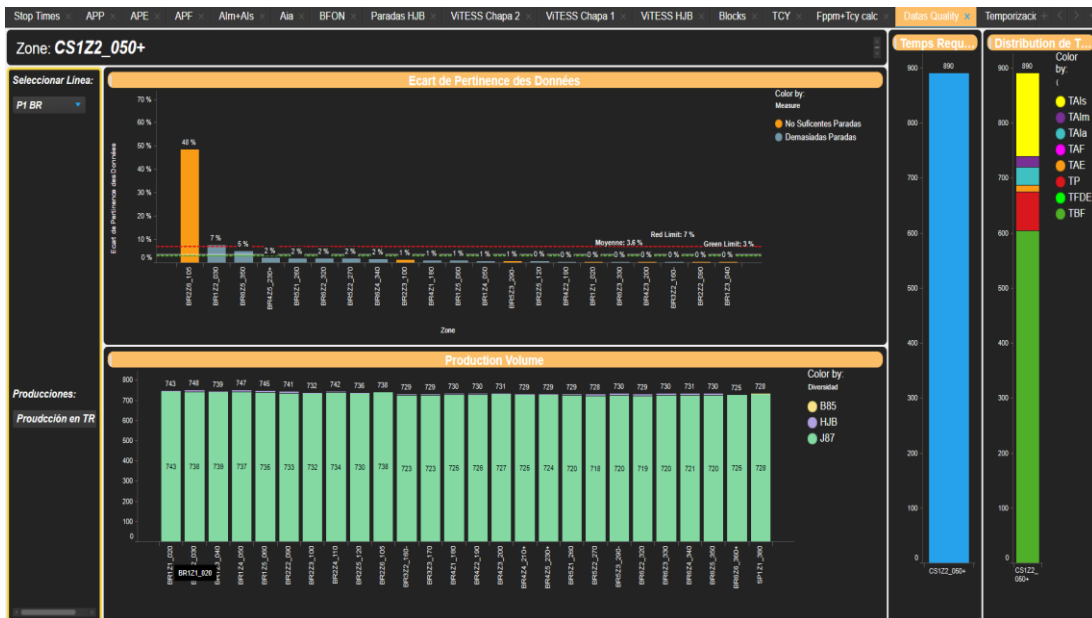


Imagen 2.17. Pestaña Datos Quality

En la pestaña temporizaciones (Imagen 2.18) se muestran gráficamente las distintas temporizaciones que utiliza SMP para filtrar tiempos de estado. También vemos un gráfico que muestra la media de los mejores TCY Tot mínimos que hay en el histórico del Access por módulo y un objetivo de toda la zona. Por último, a la derecha se muestra una comparación entre el TCA, TCA Calc y la media del TCY Teórico.



Imagen 2.18. Pestaña Temporizaciones

En la imagen 2.19 se muestra la pestaña Modules Config. Esta pestaña muestra la configuración de los módulos de la zona seleccionada anteriormente. Permite comprobar la coherencia de la parametrización de la zona y de los elementos que la componen.

8 columns from T_MODULE							
I_ZON_NUMERO	C_ZON_...	Zone Type	Module Compteur Production	Module Amont	Module Aval	Module Appro	Delta TCY Oper
2003.00	BR123_040	3	COMSELEVN	COMSELEVN	COMSELEVN		
2003.00	BR123_040	3				C3MUACUMA	

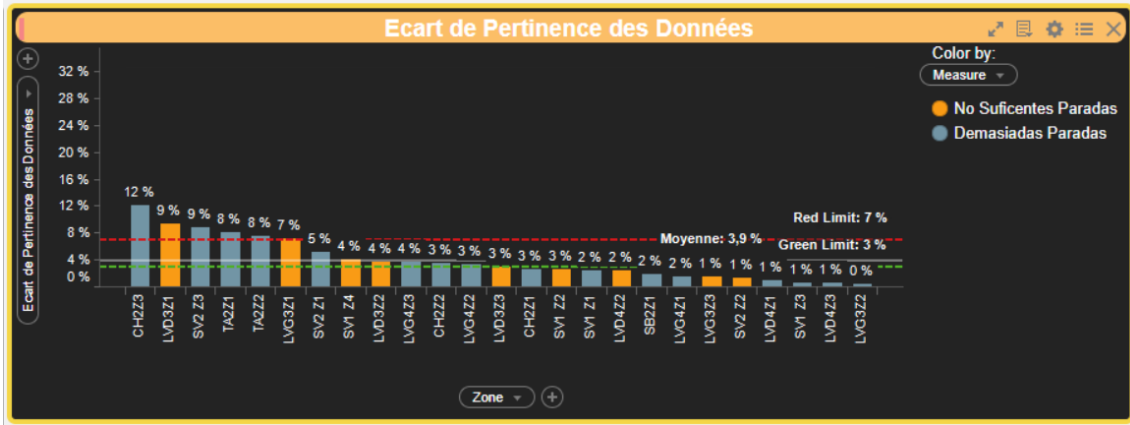
  

6 columns from T_MODULE					
C_ZON_...	C_MOD_MNEMO	C_MOD_LIBELLE	C_FAM_LIBELLE	C_MRB_LIBELLE_MOD...	I_MOD_NUM...
BR123_040	C6MBSOCON	C6 Mueble salida control	Mueble Ent salida control		5.00
BR123_040	COM1	GLOBAL ZONE	Zona Global		0.00
BR123_040	COMSELEVN	MESA ELEVADORA NODRIZA	Mesa Elevadora con nodriz		1.00
BR123_040	C2RMANUT	ROBOT DE MANUTENCION	Robot de manutención	ABB S4C	2.00
BR123_040	CAMSALCON	MUEBLE DE SALIDA CONTROL	Mueble Ent salida control		4.00
BR123_040	C8GRABADOR	UTIL DE GRABACION	Marcador		6.00
BR123_040	C1RSOLDE	ROBOT DE SOLD. ESPARRAGOS	Robot de sold. espárragos	ABB S4C	7.00
BR123_040	C3MUACUMA	MB ACUM. AEREO (-L-SR12Z)	Mueble acumal. aereo		8.00
BR123_040	C3RETACAJ	RETACAJE	Retacaje		9.00

Imagen 2.19. Pestaña Modules config.

## 5.2. Calidad de los datos

La calidad de los datos que reportan los diferentes módulos del taller lo aporta la visualización “Datas Quality” (Imagen 2.20). Este dato viene dado a través de un porcentaje el cual se rige por la fórmula 2.1. En el gráfico se muestran tres líneas horizontales que se corresponden con el objetivo límite (rojo), la media de los porcentajes de las grabaciones del perímetro mostrado (gris) y el objetivo para poder trabajar con los tiempos de cadencia de la aplicación (verde).

Imagen 2.20. *Datas Quality*

$$\frac{[Sum(TF) - Sum(TFCalc)]}{Sum(TFCalc)}$$

Fórmula 2.1. *Porcentaje Datas Quality*

donde:

- “TF” es el tiempo de funcionamiento que registra SMP. Esto lo hace restando al tiempo requerido de cada turno el tiempo que ha estado parada la isla, por el motivo que haya sido.
- “TFCalc” es el cálculo teórico del tiempo de funcionamiento, que viene dado por la fórmula 2.2.

$$NPTR \cdot TCApractique$$

Fórmula 2.2. *Tiempo de funcionamiento calculado*

donde:

- “NPTR” es el número de piezas realizadas en tiempo requerido.
- “TCApractique” es el tiempo de cadencia de la zona “TCA” multiplicado por la ratio de producción en ese “TCA”. Ambos valores se configuran en SMP para marcar el objetivo de producción de las zonas.

Los porcentajes que da esta fórmula indican el nivel de calidad de los datos que reportan las fuentes de una zona. En definitiva, indican el nivel de confianza que podemos depositar en los datos recogidos del taller, es decir, si los datos concuerdan con lo sucedido realmente.

Esta fórmula ha dado lugar a muchas discusiones: que si hay que sumarle la producción en tiempo no requerido (NPTNR), que la parte teórica no está bien porque SMP calcula los tiempos de otra forma, ..., y un largo etcétera.

La clave de esta fórmula estaba en que los tiempos de saturación de una zona (AIS) o de falta de pieza (AIM) se deben dar cuando estos sobrepasen el tiempo resultante de restar al “TCA” lo que tarda el robot donde está programado el tiempo de estado en realizar un ciclo. El “TCA” está estipulado en 48 segundos. Este hecho es así debido a que el “TCA” está programado en SMP junto al ratio de producción para obtener el número exacto de piezas objetivo. En una segunda fase de explotación se modificará la programación de SMP para que los datos sean más reales si cabe.

Como se comentó en la introducción, el principal objetivo de este proyecto es dejar los porcentajes de todas las zonas al menos por debajo del 7%. Es por este motivo por el que este campo es el más importante para el desarrollado de este proyecto.

A continuación, se muestra el estado original de estos datos, por islas. En la imagen 2.21 se ve que todas las zonas excepto una, están por debajo del 7%. En este perímetro los datos aportados eran relativamente fiables, aunque analizándolos más a fondo, se descubrieron algunos detalles que nos indicaban que algo no iba bien. Estos detalles estaban en las condiciones que nos daban los tiempos de saturación y los tiempos de falta de pieza, y en sus temporizaciones. Mejorando un poco la programación del autómatas de las islas de este perímetro hemos conseguido mejorar notablemente los datos.

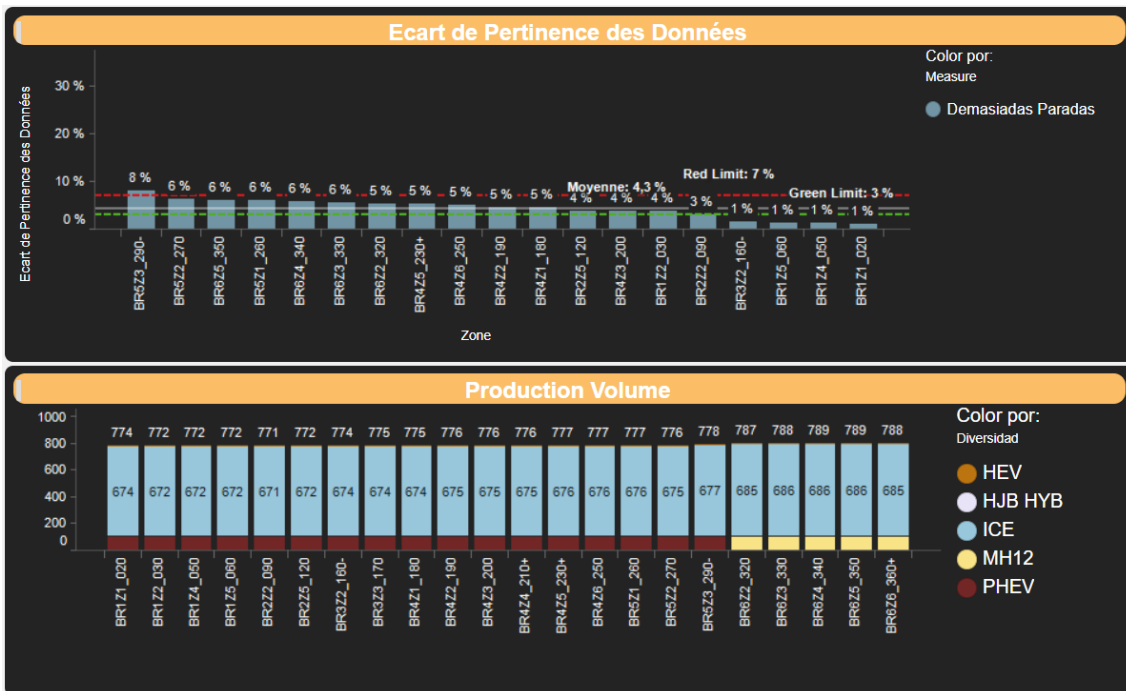


Imagen 2.21. Datos Quality del P1BR

En la imagen 2.22 se ve que solo hay una zona por encima del 7%, pero en un color diferente. Esto indica por dónde está el porcentaje de datos malos; es decir, si los datos de esa zona son malos porque ha habido demasiados tiempos de estado no productivos (color gris) o si, por el contrario, ha habido demasiado tiempo de buen funcionamiento (color naranja).

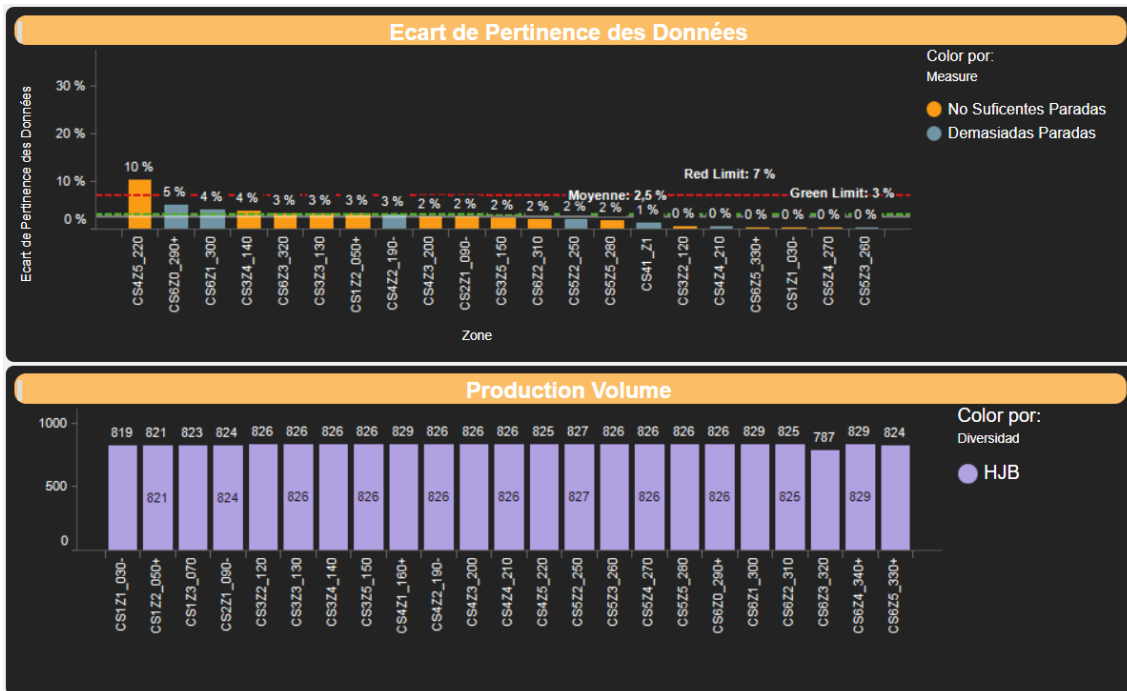


Imagen 2.22. Datos Quality del PICS

También observamos que en los contadores de producción hay una zona (CS6Z3\_320) ligeramente por debajo que las demás. Por la filosofía de este perímetro, que es una línea de mesas elevadoras sin stocks de por medio, esta descompensación no es posible. El problema seguramente radica en una diversidad que no está contando.

En la imagen 2.23 podemos observar que casi todas las zonas están muy por encima del 7%. Vemos dos zonas al 100% de discordancia, con mucho tiempo de estado no productivo, lo que significa que hay alguno de dichos tiempos no productivos que se ha quedado activado todo el tiempo.

Por lo general, todas las zonas de las preparaciones de la Base Rodante tenían entre un 10 y un 20% de pocas paradas. Esto es porque los temporizadores de los tiempos de saturación y falta de pieza de las zonas estaban muy altos y estos tiempos tardaban mucho en activarse. También hay un problema añadido que es que las condiciones para que se den estos tiempos no eran del todo correctas.

Observamos también una zona, la RF1\_Z3, cuya producción es relativamente inferior al resto de este perímetro. Esto es debido a que hay una diversidad de coche (PHEV) cuyas piezas no pasan por esa zona.

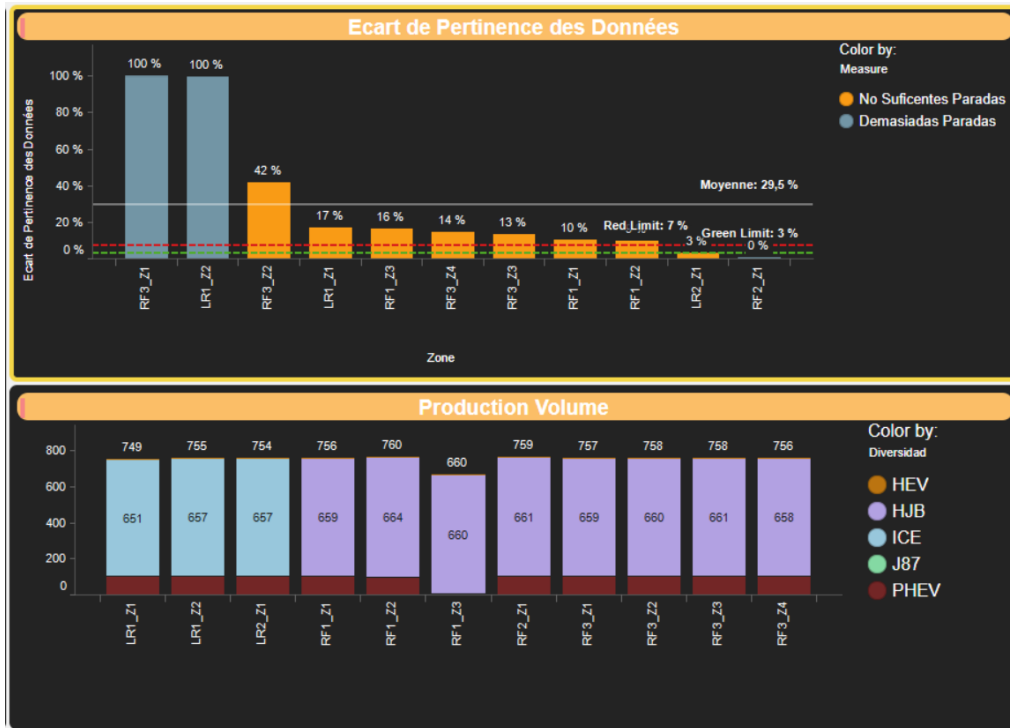


Imagen 2.23. *Datas Quality del Unit Arrière*

En la imagen 2.24 sucede algo parecido a la imagen 2.23; casi todas las zonas están bastante por encima del objetivo marcado. En esta ocasión, se ven dos zonas cuyo porcentaje no habíamos visto anteriormente.

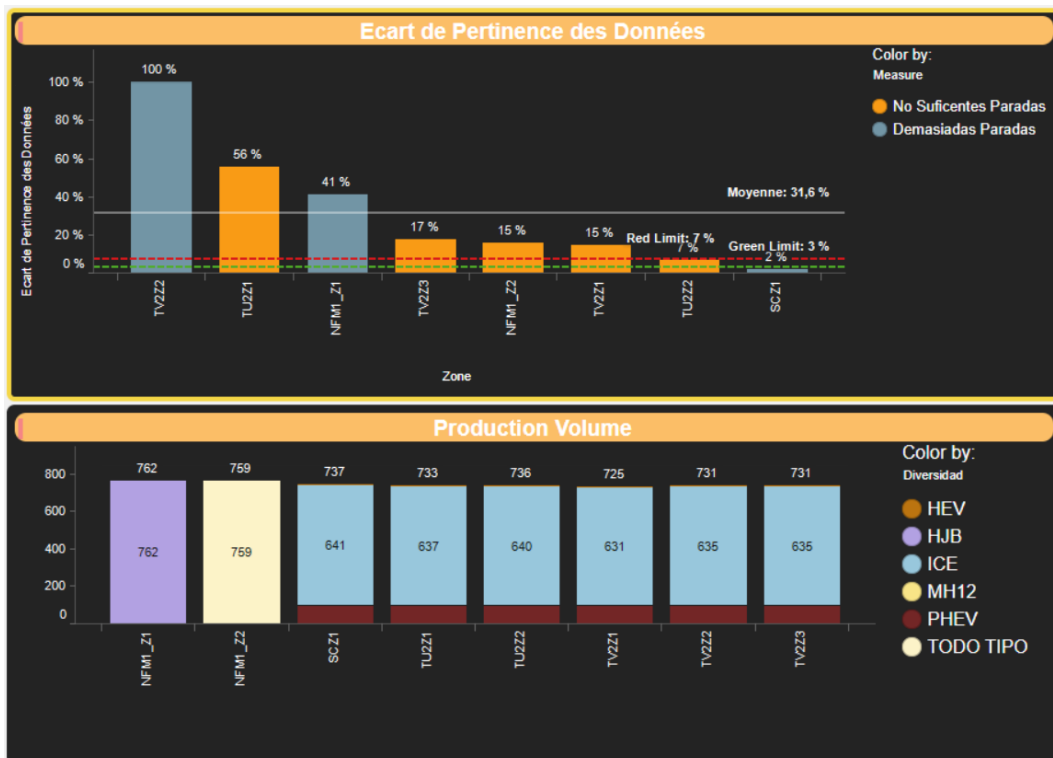


Imagen 2.24. *Datas Quality del Unit Central y Main Floor*

En **TU2Z1** se observa un 56% de pocas paradas. Esto nos indica que hay algún tipo de tiempo de estado, seguramente saturación o falta de pieza que no se está dando nunca. Esto puede ser por varios motivos: las condiciones de la programación no son correctas, alguna de estas condiciones no está bien declarada en el programa del autómatas o bien el tipo de tiempo de estado que no sucede no está declarado en la lista de tiempos de estado del programa que comunica el PLC de la isla con SMP.

En **NFM1\_Z1** lo que vemos es un 41% de muchas paradas. Este hecho se puede dar por varias causas: bien, puede deberse a que un tiempo de estado no productivo esté mal programado y se dé cuando la zona está trabajando con normalidad, o bien a que un tiempo de estado se ha quedado activado, pero lo han detectado y lo han desactivado, o bien se han dejado de cumplir sus condiciones. Este tipo de tiempos se suelen dar en zonas de descontenerizado con AGV, o bien en montajes de entrada/salida de las zonas por donde se introducen o retiran piezas manualmente.

En la imagen 2.25 se ve una combinación de todos los problemas que he mencionado en las imágenes anteriores, algunos de mayor magnitud, como el contador de la SV1\_Z3. Pero aquí encontramos un problema nuevo que no tiene que ver con los porcentajes: las zonas que se muestran en la ventana “Production Volume” no son correctas. La zona MN\_SV1\_Z1 es una zona que no aporta valor a la pieza y la información de sus tiempos de estado no nos aporta valor al análisis de pérdidas. Como tenemos mucha información en la aplicación, debemos filtrar bien los datos que queremos mostrar para facilitar el análisis.

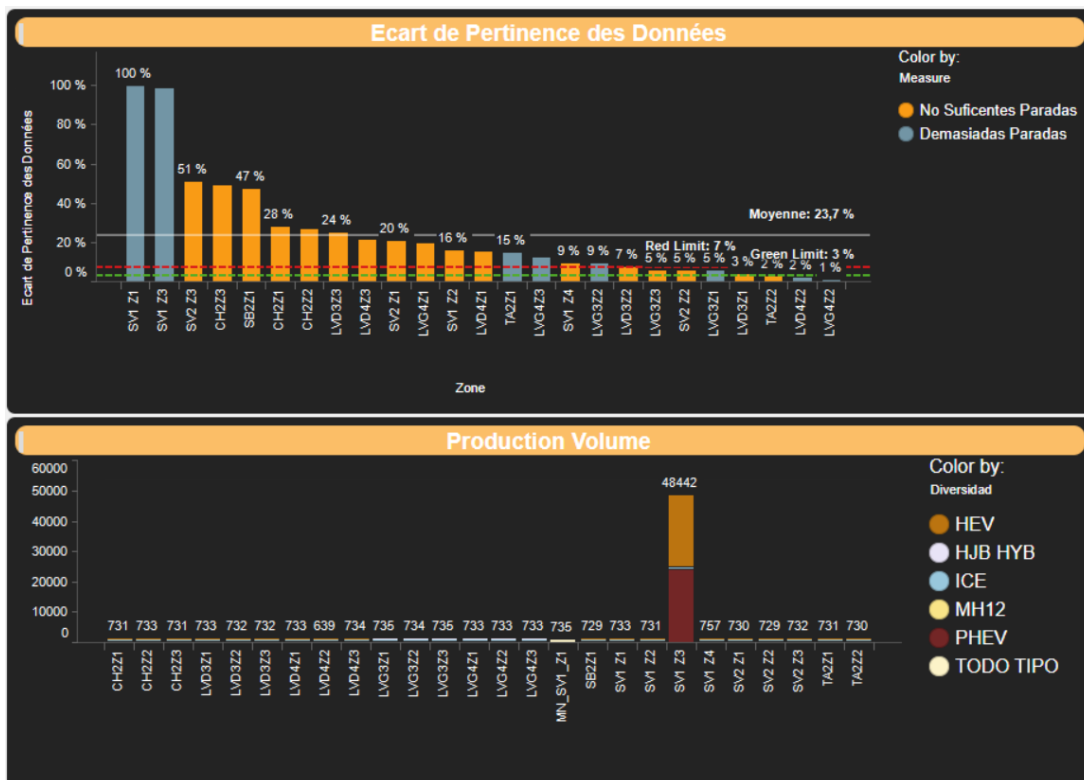


Imagen 2.25. Datos Quality del Unit Avant

Las imágenes 2.26 y 2.27 son de dos perímetros simétricos. Corresponden al taller de Chapa 3 en el que se ensamblan los lados de caja. Esta parte del taller es la más moderna y la que menor nivel de fiabilización de datos tiene.

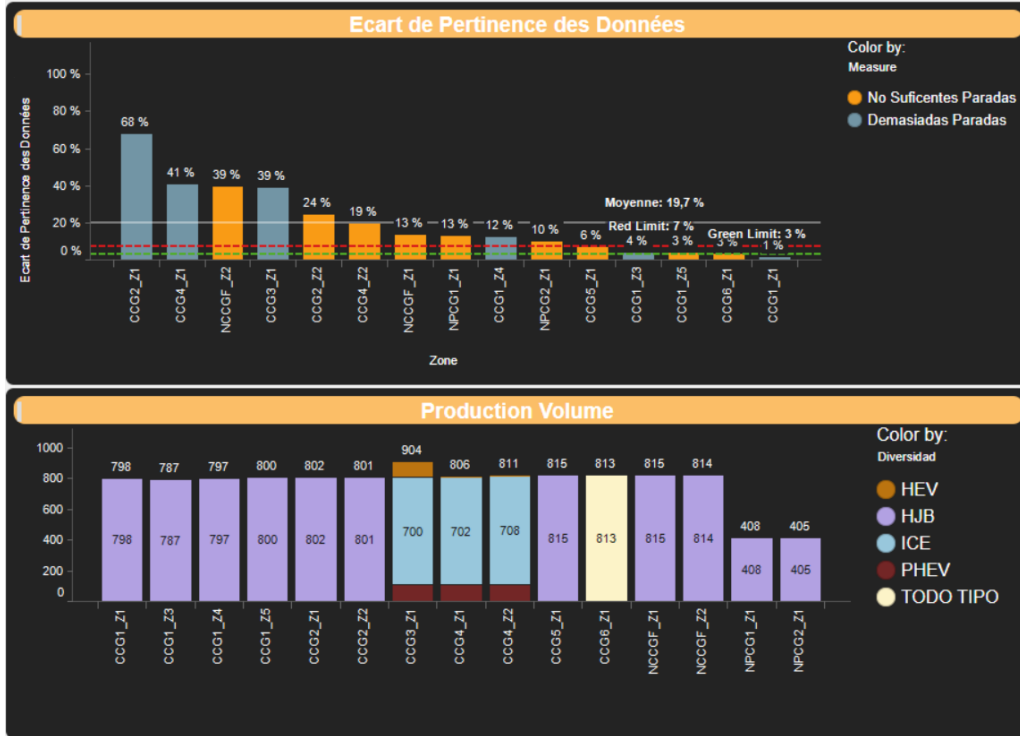


Imagen 2.26. *Datas Quality de Lados de Caja Izquierdo*

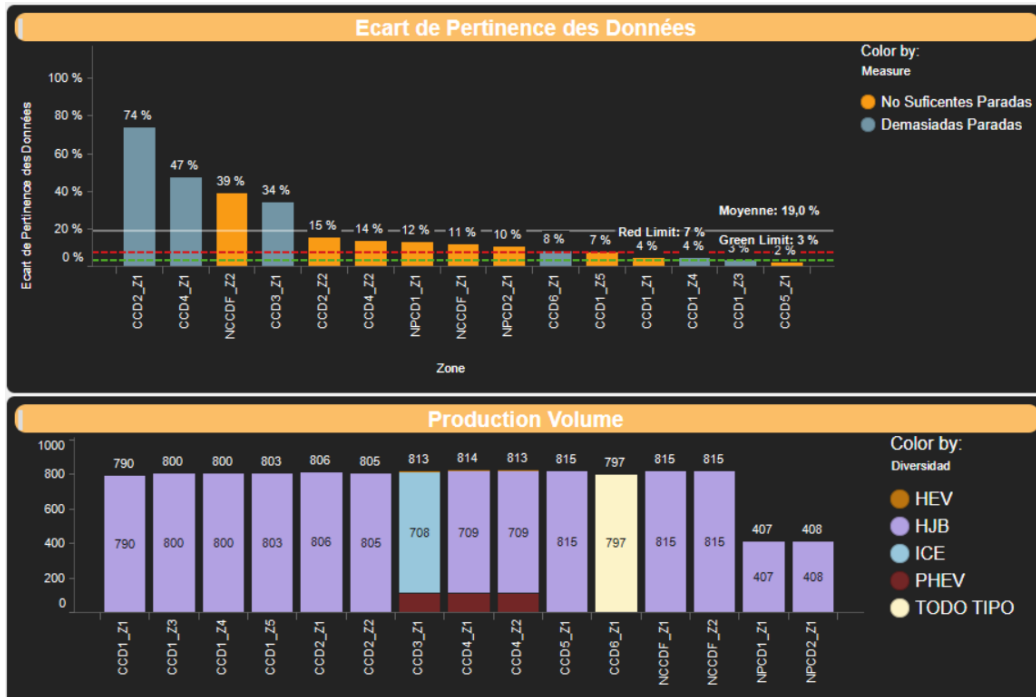


Imagen 3.27. *Datas Quality de Lados de Caja Derecho*



Los nombres de las zonas que tienen una “D” corresponden al lado derecho (*droite*) y las que tienen una “G” corresponden al lado izquierdo (*gauche*). Al ser dos zonas simétricas están programadas exactamente igual, aunque veamos pequeñas diferencias en los porcentajes. La única discordancia entre ambos lados es el contador de la diversidad “HEV”, ya que también está contando que se produce la diversidad “PHEV”.

Una característica particular de estos dos perímetros es que las islas “NPC...” de ambos lados cuentan la mitad de la producción que registran las demás zonas. Esto sucede por la propia naturaleza de producción de estas islas: son dos islas que producen exactamente la misma pieza y para un coche solo hace falta una de ellas, por lo que deben producir la mitad de las piezas.

### 5.3. Tiempos de ciclo

Esta parte del análisis se basa en los tiempos de ciclo (TCY) de los módulos y en los tiempos de cadencia de las zonas (TCA). El tiempo de ciclo de un módulo mide la duración de su secuencia, es decir, el tiempo que transcurre entre dos puntos iguales; por ejemplo, de *home* a *home* y el tiempo de cadencia de una zona lo marca el robot con mayor tiempo de ciclo de dicha zona.

Las pestañas donde se visualizan estos tiempos (Imagen 2.28) estaban hechas para mostrar otro tipo de tiempos calculados que se utilizaban en las factorías de donde proviene esta aplicación y de las cuales solo algunos serán útiles.



Imagen 2.28. Pestaña TCY

A los fiabilistas y al equipo de mantenimiento les interesará ver los TCA de las zonas del taller y los TCY propios de los módulos que conforman una zona filtrados por diversidad de pieza a fabricar.

Esta parte de la aplicación se usa para saber si alguna zona está fuera del límite del TCA y, si es así, qué módulo es el culpable. Esta parte es necesaria porque en muchas ocasiones la pérdida de producción es debida a un sobrepaso del TCA en una zona.

Otra aplicación que tendrá esta visualización es para optimizar los Datas Quality, es decir, una vez comprobadas las condiciones de un determinado tiempo de estado y los Datas Quality se siguen estando en unos porcentajes del 5-7%; los TCY aportan el ajuste de la temporización de dicho tiempo de estado como se comentará en el apartado de correcciones especiales del quinto capítulo.

## ***CAPÍTULO 3***

---

---

# ***DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ISLAS y TIEMPOS DE ESTADO***



## 1. Introducción

En este capítulo se van a diferenciar los distintos tipos de islas según la filosofía de trabajo que realicen sobre la pieza, ya que la programación de sus tiempos de estado va a ser totalmente diferente.

Se llama “isla de automatización” al conjunto de módulos que aportan un determinado valor a la pieza en un estadio de su fabricación. En cada isla de las preparaciones BR se fabrica un tipo de pieza diferente y en las islas del P1 se les aporta un valor diferente.

También se van a describir los tiempos de estado, que es el tiempo durante el cual la instalación se encuentra en un estado particular (funcionamiento, parada, etc.). Viene caracterizado por el periodo de tiempo comprendido entre dos instantes los cuales tienen las mismas condiciones dinámicas. Estas condiciones se pueden medir gracias a la automatización del medio y están directamente relacionadas con lo que sucede en él.

Es necesario describir estos dos conceptos ya que influyen directamente en la forma de programar las condiciones que se deben dar para saber en qué estado se encuentra la instalación en todo momento.

## 2. Islas de automatización

La Imagen 3.1 muestra el *layout* de la “Sous Baie”, una parte del taller de Chapa2; más concretamente, del “Unit Avant” (parte delantera del coche), que es la parte del salpicadero del coche. Un *layout* es un plano en planta con los diferentes elementos de una isla o zona y los recorridos que hacen los elementos móviles de dicha isla/zona.

En ella aparecen tres islas bien diferenciadas: CH2 (amarillo), TA2 (rosa) y SB2 (verde). Dentro de estas islas encontramos diferentes partes a las que llamamos zonas. Es importante diferenciar los diferentes tipos de islas, ya que la programación de las condiciones para que se dé un tiempo de estado varía con este concepto.

### 2.1. Isla P1

El P1 son dos líneas de fabricación paralelas, P1BR y P1CS, en las que se termina de soldar la base rodante, y se añaden los lados de caja y el techo. Es un perímetro particular, ya que la fabricación va en línea y las piezas se desplazan mediante mesas elevadoras con rodillos.

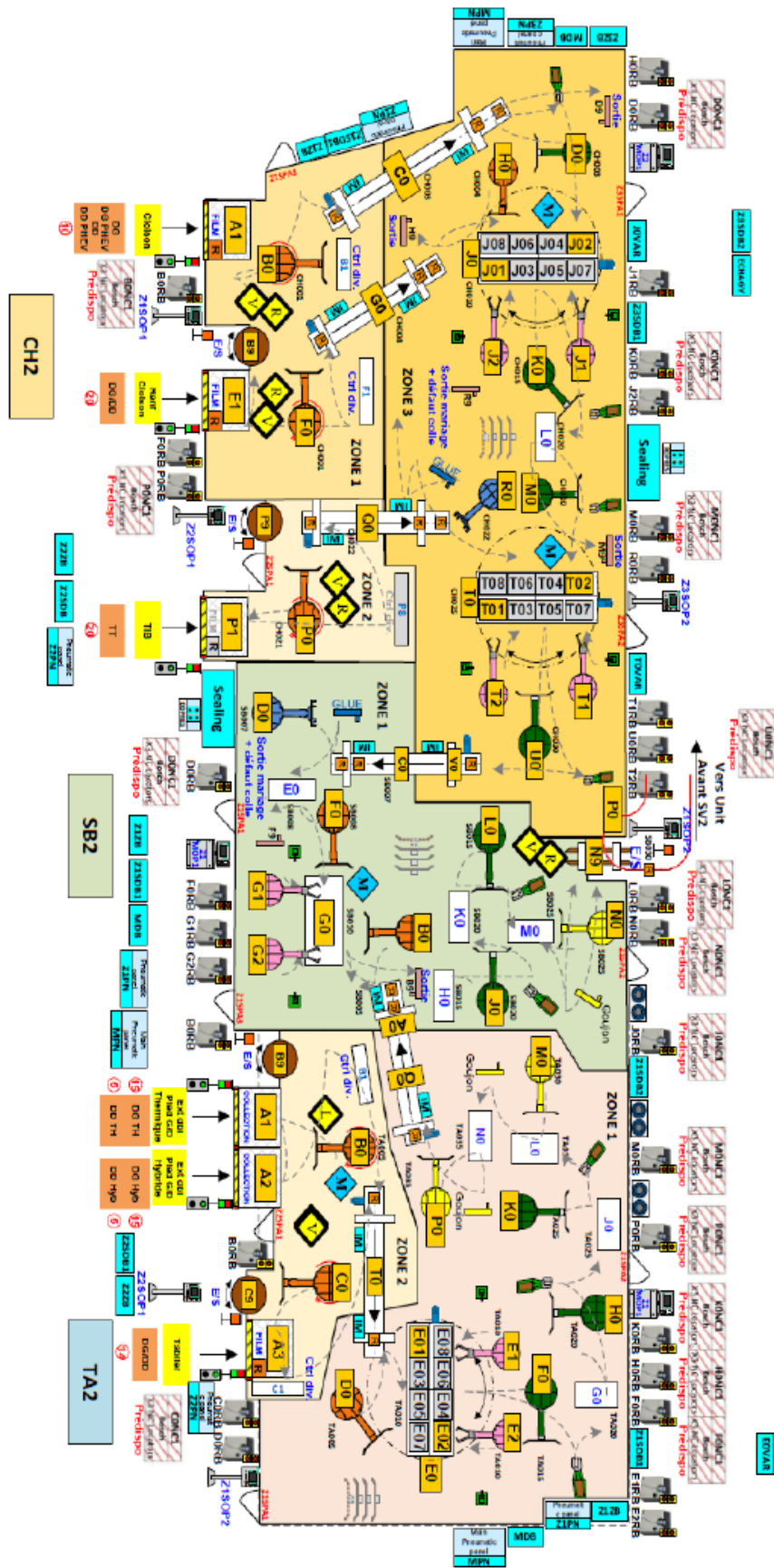


Imagen 3.1. Tipos de islas de la Sous Baie

Las islas se denominarán mesas de trabajo porque constan de una o varias mesas elevadoras donde se trabaja la pieza y estas mesas son características de las islas del P1.

### Mesas de soldadura

A continuación, se muestra un *layout* de las tres primeras zonas de la isla BR4 a modo de ejemplo de este tipo de islas (Imagen 3.2).

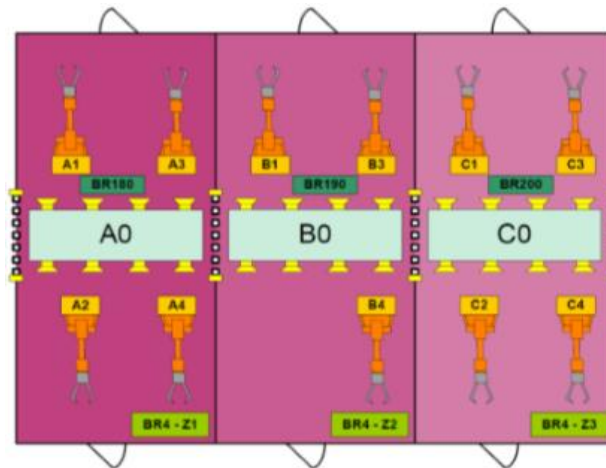


Imagen 3.2. Isla BR4

En la imagen se ven diversos nombres y formas: el nombre de la zona (por ejemplo, BR180), el número de la isla y número de la zona (BR4\_Z1), el nombre de la mesa elevadora donde se sitúa la paleta (A0), y el nombre de los robots de soldadura (A1, A2, A3 y A4).

A continuación, se describe la metodología de trabajo de este tipo de islas. En primer lugar, entra una paleta de una isla o zona anterior con pieza a trabajar hasta la mesa elevadora. Una vez que la paleta está encima de la mesa, esta baja para que la pieza esté siempre en la misma posición y que los robots puedan realizar su trabajo lo más preciso y repetitivo posible.

Cuando la mesa está abajo, los robots entran a hacer su trabajo, lo que incluye dar puntos de soldadura, soldar *goujons*, colocar piezas o medir. Cuando finalizan su trabajo se retiran y transmiten al autómatas que han terminado. Por último, la mesa elevadora sube y, si tiene permiso de la isla o zona siguiente para enviarle la paleta, la evacúa y repite el proceso desde el primer punto.

### Mesas de paso

Este tipo de mesas se va a explicar mediante un ejemplo de una zona del taller; más concretamente, la isla BR4 y la zona 4. En la imagen 3.3 se ven dos mesas elevadoras en una misma zona sin ningún módulo de soldadura en ella.

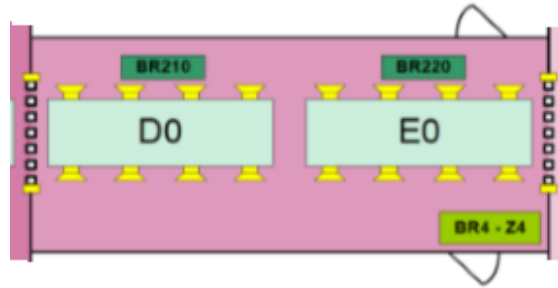


Imagen 3.3. Zona de paso sin módulos de soldadura

En este tipo de zonas la pieza no se trabaja, es decir, no se le aporta valor. Esto quiere decir que las mesas elevadoras actúan únicamente como una cinta transportadora por la que pasan las paletas con la pieza.

La nomenclatura es la misma que para las mesas de soldadura; los permisos y seguridades para traer o evacuar una paleta también. La única diferencia es que no se trabaja la pieza.

### Pulmones

Este último tipo de islas son muy parecidas a las mesas de paso, aunque la diferencia es que hacen de stock. Estos pulmones (imagen 3.4), a diferencia de los otros dos tipos de islas anteriores, siempre tienen la misma topología y configuración. Su funcionamiento en línea varía dependiendo de dos variables: el permiso a traer de la isla o zona posterior y si tiene alguna paleta en la mesa "B0".

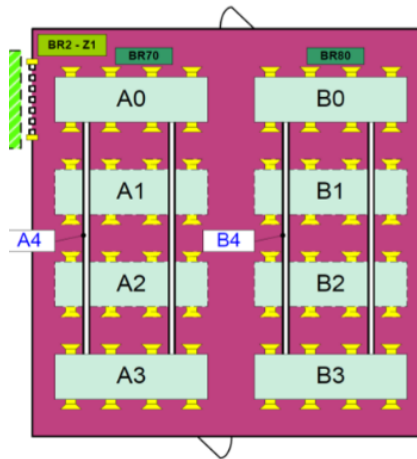


Imagen 3.4. Topología de un Pulmón. Zona BR2\_Z1

Si entra una pieza en la mesa "A0" y la mesa "B0" no tiene permiso de la isla o zona posterior para evacuar la pieza, la pieza que acaba de entrar y está en "A0" recorrerá todas las mesas de la zona. Si, por el contrario, "A0" tiene permiso para evacuar la pieza y la zona está vacía, la pieza de "A0" avanzará a "B0" y esperará ahí a tener permiso a evacuar de la isla o zona posterior.



En el caso de que “A0” tenga permiso a evacuar la pieza, pero “B0” o alguna mesa de la zona esté ocupada, la pieza que se encuentra en “A0” recorrerá todas las mesas de la zona empezando por “A1”.

## **2.2. Preparaciones de la Base Rodante**

Esta parte del taller corresponde con la fabricación de la llamada BR (Base Rodante), que la conforman los perímetros *Unit Avant* (parte delantera), *Unit Arrière* (parte trasera), *Unit Central* (parte central) y *Main Floor* (unión de las tres partes anteriores).

Estas cuatro partes están constituidas por islas robotizadas que, en vez de emplear mesas elevadoras para trasladar las piezas de una zona a otra, utilizan muebles de acúmulo, platos giratorios o son directamente los propios robots los que mueven las piezas de una isla o zona a otra.

La división de los tipos de zonas de las Preparaciones de la Base Rodante se va a hacer en función de la manera en la que llegan las piezas a la isla, ya que este concepto es el que diferencia las condiciones de programación del estado de las islas/zonas.

### **Zonas de descontenerizado**

El propósito de una zona de descontenerizado es simplemente mover una pieza de un AGV a un mueble a suelo que hace de stock. Este tipo de zonas se han separado porque hace más sencilla la detección de problemas en los AGV y no se producen tantas paradas en la isla ya que la detección de piezas causa bastantes problemas.

Las piezas llegan en un carro, previamente cargado en el *picking* por un operario en riguroso orden atendiendo a su “OF”, arrastrado por un AGV. Dentro de estas zonas hay un poco de diversidad. Todas las zonas hacen una comprobación de la pieza por medio de una cámara de detección, pero algunas de ellas, a parte de la detección, dan puntos de soldadura o un cordón de mástico.

Este funcionamiento es igual para los dos tipos en los que se pueden descomponer estas zonas de descontenerizado. En la imagen 3.5 se ve la topografía de una zona que da puntos de soldadura antes de colocar la pieza en el mueble. En esta zona hay un solo robot (U0), una pinza de soldadura (U1), un AGV (T1) y un mueble (H1).

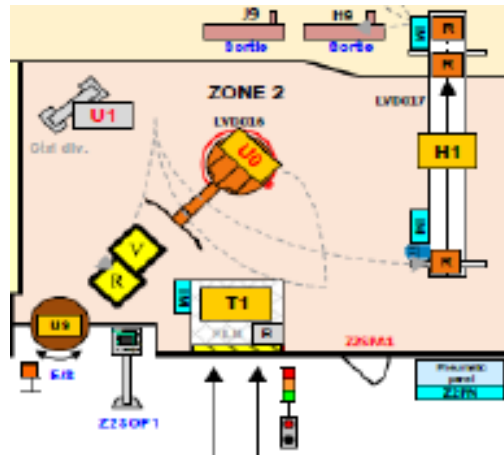


Imagen 3.5. Zona de descontenerizado

Es importante destacar este tipo de zonas porque, a la hora de programar sus paradas, es muy sencillo estandarizar las condiciones para que se dé un tipo de parada y porque estas zonas tienen un TCY muy bajo y nos dan una indicación del TCA que podríamos ganar en otras zonas más lentas.

Podemos diferenciar dos tipos en función de donde estén situadas a lo largo de la línea de fabricación del coche: el lanzamiento de pieza y aporte de pieza al flujo secundario.

#### *Lanzamiento de pieza*

Este tipo de zonas de descontenerizado son el principio de la línea de fabricación de un tipo de pieza. El lanzamiento de las piezas se hace mediante una aplicación de planificación llamada "SIPTOL" que lanza órdenes de fabricación. Las órdenes de fabricación son un número que va desde 0 hasta 9999 y se denomina "OF". Contiene la información con todas las posibles variantes que se pueden elegir a la hora de pedir un Renault Captur: tipo de motorización, tipo de techo, monotonos o bitonos, color, etc.

Cabe destacar este tipo de zona porque en ellas hay un tipo de parada que es debida a que "SIPTOL" no le transmite la "OF" a fabricar, ya sea porque ha habido un fallo de planificación de la DLI (departamento de logística) o bien porque un tipo de pieza no pasa por esa zona o porque ha habido cualquier tipo de descicle.

#### *Aporte de pieza flujo secundario*

Estas zonas se encuentran en un punto más avanzado de la línea de fabricación de una pieza. Lo que diferencia estas de las zonas de lanzamiento es que estas aportan una pieza al flujo principal de la fabricación de la pieza y las de lanzamiento inician el flujo principal de la pieza.

También se diferencia en la forma de comprobar la "OF"; en el lanzamiento el módulo la comprueba con "SIPTOL" y en las de flujo secundario comprueba la "OF" con la pieza del flujo principal a la que se va a unir.

Otra diferencia es que estas zonas no tienen el tipo que se expone en el apartado anterior referida a “SIPTOL”, ya que siempre van a tener una “OF” y el único problema es que no coincida la “OF” del flujo principal con la del flujo secundario. En este caso, el módulo encargado de hacer esta comprobación reportará un error de descicle de la zona.

La última diferencia es la catalogación de las faltas de pieza: en las zonas de lanzamiento se cataloga como una falta de pieza de flujo principal “AIM” y en las zonas de aporte de flujo secundario se cataloga como una falta de pieza de flujo secundario “AIF”. Esta codificación está propuesta para realizarse en la segunda fase del desarrollo de la aplicación; de momento, se va a catalogar como “AIM”.

### Zonas de carga operario

Como su nombre bien indica, son zonas en las que el operario introduce las piezas en la zona. Esto lo hace colocándolas en unos montajes de un plato giratorio o bien colocándolas en un mueble a suelo como el de las zonas de descontenerizado. En la imagen 3.6 se ve un ejemplo de este tipo de zonas mediante con un plano de la topología de la zona.

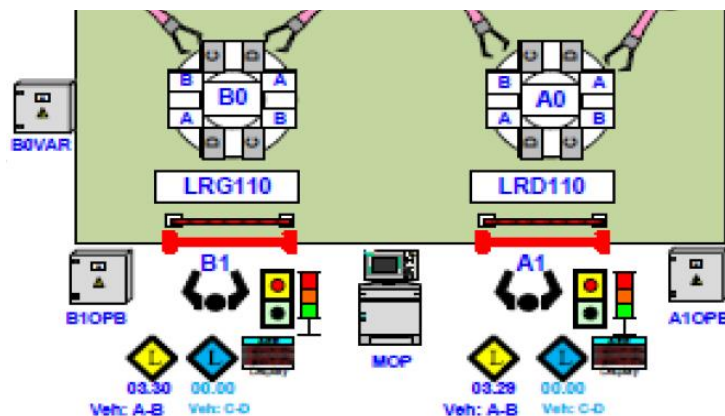


Imagen 3.6. Zona de carga operario

En concreto, se trata de la zona 1 de la isla LR1 que pertenece al *Unit Arrière*. “A1” y “B1” son los puestos donde el operario carga una o varias piezas, mientras que “A0” y “B0” son los platos giratorios donde el operario carga las piezas. Por su parte, “LRG110” son cortinas que se abren cuando el operario tiene que cargar pieza y se cierran cuando el operario valida la carga que acaba de realizar.

El funcionamiento de este tipo de zonas es el siguiente: si el montaje del plato autoriza a cargar pieza, se abre la cortina y el operario realiza la carga de la pieza. Estas piezas se encuentran en un carro, previamente cargado en el *picking* por otro operario en riguroso orden de fabricación.

Cuando termina de colocar la pieza en el montaje valida su acción mediante un pulsado, que comunica al autómatas que puede trabajar sobre la pieza cargada. El plato giratorio girará si el montaje del lado contrario a terminado de fabricar la pieza y esta

ha sido evacuada por el módulo encargado de ello. Una vez realizado este proceso, se repite una y otra vez.

Cabe destacar que la codificación de la falta de pieza está codificada como una falta de pieza de flujo principal “AIM”. Codificarla como falta de pieza operario es uno de los puntos de la segunda fase de desarrollo y optimización de la aplicación.

### Zonas de soldadura

Estas zonas son las zonas donde se trabaja la pieza y se le aporta valor. Los tres trabajos que realizan los robots del taller son: dar puntos de soldadura, soldar *goujons* (tornillos) y aplicar mástico (pegamento especial que aporta estanqueidad y fijación a una unión de dos o más piezas).

Su aporte de piezas se hace mediante muebles al suelo o muebles aéreos provenientes de otras zonas. En la imagen 3.7 se muestra el aporte de pieza por flujo principal a la zona 1 de *Main Floor*; este aporte de piezas viene por los muebles aéreos “A7” (UCTL), “A8” (UAR) y por el mueble al suelo “P0” (UAV).

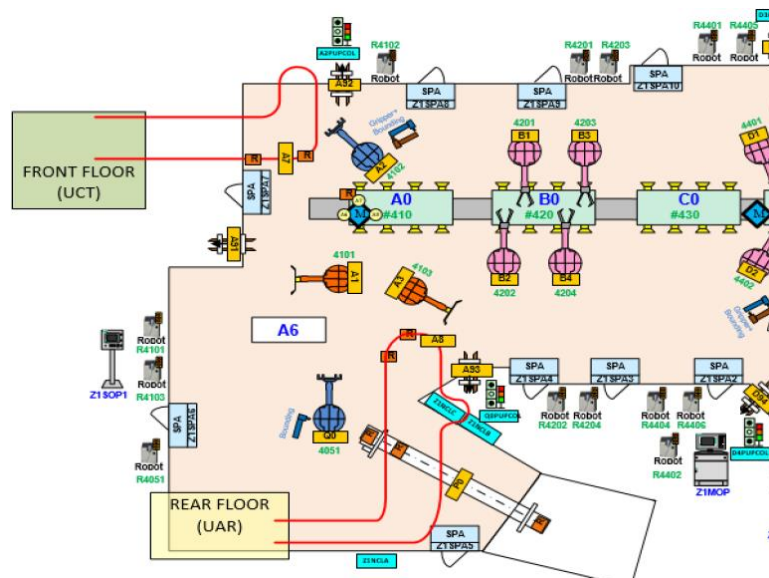


Imagen 3.7. Aporte de piezas al Main Floor

En esta zona se aplica mástico a tres piezas que llegan a la zona, se juntan las tres en un montaje y se dan bastantes puntos de soldadura. Esto genera un tiempo de ciclo que está en el límite del objetivo (48 segundos) o incluso superándolo con algunas diversidades.

Este tipo de zonas tiene un tiempo de cadencia bastante superior a las zonas de descontenerizado y relativamente superior a las zonas de carga operario. Esto sucede porque las operaciones que realizan los módulos sobre las piezas tienen una duración más elevada y también porque realizan varias operaciones sobre la pieza.

Es prioritario mostrar en las visualizaciones de la aplicación el tiempo de cadencia de estas zonas y, más en concreto, los tiempos de ciclo de las operaciones que se realizan

en ellas. Los tiempos de ciclo de las operaciones es la variable más penalizante a la hora de llegar al objetivo de producción o conseguir aumentarla para los fiabilistas del taller.

### 3. Tiempos de estado

Un tiempo de estado se refiere a un determinado estado en el que se encuentra una zona del taller. A *grosso modo* una zona puede estar en funcionamiento o parada. A continuación, se va a describir cómo se trabaja en el taller del departamento de Chapa.

Un turno corresponde a 6 horas, es decir, 480 minutos, de los cuales 445 son de tiempo requerido y los 35 restantes son de tiempo no requerido. Estos 35 minutos corresponden a los descansos de los operarios de la cadena y de los equipos de mantenimiento. Teóricamente en los 35 minutos de tiempo no requerido no se debería producir, pero en nuestro taller podemos fabricar en este tiempo ya que el taller está muy automatizado y nos podemos permitir seguir trabajando sin paradas significativas en TNR.

Esta forma de producir es particular de nuestro taller; en otros departamentos no producen en tiempo no requerido ya que tienen una menor automatización y, por tanto, una mayor carga de trabajo de mano de obra.

Es importante destacar que durante este tiempo no se reportan bloques de paradas a SMP; es decir, durante este tiempo la instalación, a ojos de SMP, está funcionando correctamente pase lo que pase.

Spotfire solo trabaja con los eventos y tiempos que se han registrado en tiempo requerido. El único valor que se reporta en tiempo no requerido es la producción en tiempo no requerido "NPTR". A efectos prácticos la duración de los turnos en SMP, y por tanto en Spotfire, son de 445 minutos.

En la tabla 3.1 se muestra la división del tiempo total de un turno (480 minutos) en tiempo requerido y no requerido y en los posibles estados que se pueden dar.

Tabla 3.1. Rendimiento de los medios de producción. Adaptada de (Groupe Renault)

Rendimientos de los medios de producción			Disponibilidad propia Dp (%) : $\frac{TF}{TF + TAP}$	Disponibilidad operacional Do (%) : $\frac{TF}{TR}$	Rendimiento operacional Ro (%)	Tasa de rendimiento sintético TRS : $\frac{TBF}{Tt}$			
TIEMPO DE ESTADO									
Tiempo total : Tt	TNR	Ti: Tiempo indisponible							
		Td: Tiempo potencialmente disponible							
	TR	TAI TIEMPO DE PARADAS INDUCIDAS	Saturación						
			Falta						
			Inducidas (otras)						
		TAP	TAF TIEMPO DE PARADAS FUNCIONALES	Cambio herramientas					
				Ajuste frecuencial					
				Mantenimiento					
				Cambio de ráfaga					
			TAe TIEMPO DE PARADAS DE EXPLOTACIÓN	Problema de calidad					
TP	TIEMPO DE AVERIAS	Avería vinculada al producto							
		Avería máquina							
TF	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	Retrasamiento							
		Funcionamiento degradado							
		TBF TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO							

El *Tiempo Total* (Tt) es el tiempo de referencia que recoge el conjunto de los posibles estados de la instalación (para un día: 24 horas, para una semana: 168 horas, etc.); se obtiene de la suma del *Tiempo Requerido* (TR) y el *Tiempo No Requerido* (TNR). El TR es el tiempo durante el que el usuario compromete su medio con la intención de producir en el tiempo de ciclo teórico (Tcyth). Esta intención se traduce en la utilización de los medios técnicos y humanos. Veremos en detalle sus componentes en el siguiente apartado.

El *Tiempo No Requerido* (TNR) es el tiempo durante el cual el usuario no desea producir. Es un complemento del tiempo requerido en relación con el tiempo total. Se divide, a su vez, en *tiempo potencial disponible* (Td) y *tiempo indisponible* (Ti). Td es la parte del tiempo no requerido durante el cual el operario podría utilizar su medio para producir (es complemento del tiempo indisponible/TNR), mientras que Ti es la parte del tiempo no requerido durante el cual el operario no podría producir debido a imprevistos que necesitan la parada del medio (limpieza, mantenimiento, etc.).

### 3.1. Tiempo requerido

En este apartado se va a profundizar más en detalle en los diferentes tiempos de estado que se pueden dar en tiempo requerido y que, en nuestro caso particular, se extendería al tiempo total del turno.

El primer componente del tiempo requerido es el *Tiempo de Funcionamiento* (TF). Este es el tiempo durante el cual el medio está produciendo piezas, sean buenas o malas, respetando o no el tiempo de ciclo, y con todas o una parte de sus funciones en servicio. Este tiempo tiene, a su vez, tres componentes (Groupe Renault):

- *Tiempo de Buen Funcionamiento* (TBF). Tiempo durante el cual el medio produce piezas buenas durante el tiempo de ciclo y con todas estas funciones en servicio.
- *Tiempo en sobrepaso del Tiempo de Ciclo* (TDTTC). Exceso del tiempo de ciclo de referencia de duración inferior a un umbral configurable que no ocasiona la parada del medio.
- *Tiempo de Funcionamiento Degradado* (TFD). Tiempo durante el cual el medio produce piezas, pero funciona en un tiempo de ciclo superior al tiempo de ciclo de referencia, o funciona con al menos una función fuera de servicio. Por ejemplo, una función fuera de servicio puede ser que un apriete flotante de una garra esté bloqueado porque causa muchas interferencias en el funcionamiento del robot; sin embargo, se considera que el robot que tiene la garra se encuentra en funcionamiento. Se tendrá en cuenta a los efectos de la interpretación de los indicadores.

El segundo elemento es el *Tiempo de Parada Propia* (TAP), es decir, el tiempo de parada cuya causa es interna en el perímetro de medición del medio. La causa de este tipo de parada puede imputarse al medio, a su maquinaria, a su utillaje, al producto entrante, a una causa funcional o a la explotación del medio. Cualquier defecto cuya duración sea inferior al umbral configurable se considerará como tiempo de funcionamiento y no reportará un bloque de parada a SMP.

Este umbral configurable se corresponde con las temporizaciones "Tx" de SMP. En la Tabla 3.2 se muestra la duración de cada temporización, a qué tipo de parada está asociada y un breve comentario de por qué se utilizan.

Tabla 3.2. Temporizaciones SMP (Groupe Renault)

NOM	Nivel	Comentarios	Parametrage	
T1	Tiempo de referencia 1	módulo/ diversidad	Para determinar el sobrepasamiento de Tiempo de Ciclo real medio en caso de medida por SMP	Desde el fichero de Predispo, SMPLPOC, SMP99
T2	Tiempo de referencia 2	módulo/ diversidad	Contituye el limite máximo de sobrepasamiento de tiempo de ciclo a partir del cual se considera parada propia por avería	Desde SMPLOC ó SMP99. <b>Por defecto 120% de T1</b>
Td ó T3	Tiempo de arranque	zona	Permite inhibir durante un corto periodo (0a 10 segundos) la apertura de bloques en la fase de reinicio (lanzamiento del seguimiento, inicio del turno ó fin pausa, desaparición de NEG, cierre de un bloque de paradas	Desde SMP99. <b>Por defecto 1 mn</b>
T4	Tiempo bloqueo de zona	zona	Duración entre la aparición de condiciones de cierre de un bloque de AP y el cierre definitivo de este. Dentro de este tiempo, todo evento de defecto será incluido en este bloque	Desde SMP99. <b>Por defecto 4 mn.</b>
T5	<i>tiempo sobre apertura AI*, RF, APF</i>	zona	Duración entre la aparición de condiciones de apertura de un bloque y la apertura real de este. Este tiempo aparece en la duración del bloque cuando es abierto salvo T5 APF	Desde SMP99. <b>Por defecto 10 seg para AI y RF, 5 seg. Para APF</b>
T6	Tiempo de filtro de BAPP, BAPE	zona	Duración en el cual todo bloque AP es convertido en bloque de funcionamiento (el tiempo no es contabilizado en AP)	Desde SMP99. <b>Por defecto 0</b>
T7	Tiempo de filtro bloques H.C.	instalación	Duración de espera después del reinicio de la comunicación con API para globalizar en caso de comunicación inestable. En caso de globalización el valor T7 es incluido en el bloque HC.	Desde SMP99. <b>Por defecto 10mn</b>
T8	Tiempo de filtro antes de petición de docum.	zona	Duración después de la aparición de AP durante la cual la documentación no es pedida. Todo bloque que no exceda T8 se cerrará sin pedir documentación manual (documentación posible a posteriori)	Desde SMP99. <b>Por defecto 10 seg.</b>
T9	Tiempo de filtro antes de crear bloque H.C.	instalación	Umbral para la apertura de un bloque HC (pérdida de comunicación). El valor T9 es incluido en el Bloque HC.	<b>Por defecto 1 mn.</b>

El TAP está formado por los siguientes tiempos (Groupe Renault):

- *Tiempo de Avería (TP)*. Tiempo interno del tiempo de parada propia producido por un mal funcionamiento de la instalación cuyo tiempo es superior a la “Micro-Parada” que viene temporizada por la temporización T6 de SMP definida en la tabla 4.2. La causa de esta parada se puede atribuir a una avería relacionada con el medio, a sus útiles o con el producto entrante. Es la parte aleatoria del TPP.

Dentro de este tiempo se encuentra el tiempo de mantenimiento, que es el tiempo necesario para efectuar el mantenimiento del medio. Este apartado recoge particularmente los tiempos necesarios para los trabajos de limpieza, retirada de las virutas, controles diversos (temperatura, presión, posición de piezas, etc.). Este mantenimiento se realiza en el turno de noche y en fin de semana, donde la producción es relativamente menor para poder realizar estos trabajos.

Por último, dentro del TP está el *Tiempo de Superación del Tiempo de ciclo de referencia*. Este tiempo se debe a un disfuncionamiento que provoca un alargamiento del tiempo de ciclo. La causa de este alargamiento puede ser producida por el medio, utillaje o por una pieza entrante.

En la práctica, es casi imposible distinguir los dos tiempos (el tiempo de superación del tiempo de ciclo y el tiempo de Micro-Parada). Se incluirá,



por tanto, el Tiempo de Micro-Parada dentro de la superación del tiempo de ciclo de referencia.

- *Tiempo de Parada de explotación (TAe)*. Tiempo incluido del tiempo de parada propia provocado por la explotación del medio. Es el caso de las paradas de servicio. Una parada de servicio puede tener varias causas: ausencia de personal, problemas de calidad, mala higiene, cambio de materiales consumibles, etc. Por tanto, únicamente una documentación a posteriori permitirá rectificar los tiempos de estado afectados.
- *Tiempo de Parada Funcional (TAF)*. Tiempo incluido dentro del tiempo de parada propia debido a una causa funcional. Se trata de la parte programada del tiempo de parada propia, que comprende los siguientes tiempos: cambio de herramientas, cambio de secuencia, control del medio de producción o del producto fabricado, regulación frecuencial y mantenimiento frecuencial o automantenimiento. Respecto a esta última, se trata de la fracción del tiempo de parada propia necesaria para llevar a cabo el mantenimiento frecuencial del medio. En este apartado se incluyen, en particular, los tiempos necesarios para las labores de limpieza, eliminación de virutas, controles varios (temperatura, presión, etc.) y la calibración de la maquinaria del medio.

El tercer elemento del TR es el *Tiempo de Parada Inducida (TAI)*, que hace referencia al tiempo de parada durante el cual el medio de producción no puede llevar a cabo su función debido causas externas como, por ejemplo: falta de piezas o fallo de la alimentación, saturación de piezas, falta de personal, fallo de energía o escasez de recursos exteriores. El TAI se compone, a su vez, de los siguientes tiempos (Groupe Renault):

- *Tiempo de Parada Inducida por saturación (TAIs)*. Tiempo de parada del medio de producción debido a una causa ajena al perímetro del medio, aguas abajo del medio siguiendo el sentido del flujo de fabricación de la pieza.
- *Tiempo de Parada Inducida por falta de pieza o por descebado (TAIm)*. Es el tiempo de parada del medio de producción debido a una causa ajena al perímetro del medio, aguas arriba del medio siguiendo el sentido del flujo de fabricación de la pieza.
- *Tiempo de Parada Inducida otros (TAIa)*. Es el tiempo de parada del medio de producción debido a una causa ajena al perímetro del medio, o por una causa interna del medio de producción que no está catalogada en ningún tipo de paradas descritas anteriormente. Por ejemplo, puede deberse a una falta de aprovisionamiento de flujo secundario, entendiendo por flujo secundario un abastecimiento de piezas manual llevado a cabo por un operario o por un medio automático (AGV), o bien por una falta de recursos externos (fluidos, paletas, trineos, AGV, etc.).

Paralelamente a los tiempos de parada inducida por saturación y por falta de pieza existen dos denominaciones para contabilizar estos tiempos ya que este tipo de tiempo de estado son bastante particulares. Estas denominaciones son (Groupe Renault):

- Ruptura de Flujo de Saturación (RFS): permite contabilizar, sobre el flujo principal, el tiempo que el medio ha sido saturado más allá del Tiempo de ciclo teórico. El tiempo de RFS no es un tiempo de estado.
- Ruptura de Flujo por fallo de Alimentación (RFD): permite contabilizar, sobre el flujo principal, el tiempo que el medio ha estado en falta de alimentación más allá del Tiempo de ciclo teórico. El tiempo de RFD no es un tiempo de estado.

\*Nota: La norma EB03.05.010 (2.3 y anexo 1) proporciona las reglas de gestión de las rupturas de flujo en el seguimiento de los medios (Groupe Renault).

### **3.2. Tiempo no requerido**

En este apartado se va a profundizar más en detalle en los dos tiempos de estado que se pueden dar en tiempo no requerido. En el caso particular del departamento se fabrica en este tiempo no requerido y, más concretamente, en el tiempo potencialmente disponible para fabricación.

El primer componente del tiempo no requerido es el *Tiempo indisponible* (Ti). Este es el tiempo durante el cual el medio no debe producir piezas debido a los descansos del personal. Este tiempo no se da en el departamento de Chapa, a diferencia del resto de departamentos menos automatizados.

El segundo componente del tiempo no requerido es el *Tiempo potencialmente disponible* (Td). Este tiempo es el tipo de tiempo no requerido del departamento de Chapa, ya que se fabrica en tiempo no requerido por el alto nivel a automatización. Aun así, el personal tiene sus descansos igual y en ocasiones, al no detener la producción, se producen faltas de pieza después de los descansos.

### **3.3. Codificación de los tiempos de estado**

Cuando SMP registra los tiempos de estado, utiliza otras siglas para almacenar los datos. También cuando se habla en el taller se utilizan otras siglas que hablan de averías en vez de tiempos de estado. Estas averías tienen asociados unos colores para su visualización en los medios de seguimiento de la producción. Las analogías entre tiempos de estado, averías y colores se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Codificación de los tiempos de estado

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO	COLOR
TAP o APP	Parada Propia Avería	Rojo
TAE o APE	Parada Propia Explotación	Naranja
TAF o APF	Parada Propia Funcional	Rosa
TAls o Als	Parada Inducida Saturación	Amarillo
TAlm o Alm	Parada Inducida Falta pieza	Morado
TAI o AIA	Parada Inducida	Azul
-AIF	-Falta de pieza por flujo secundario	
-AIO	-Falta de pieza operario	

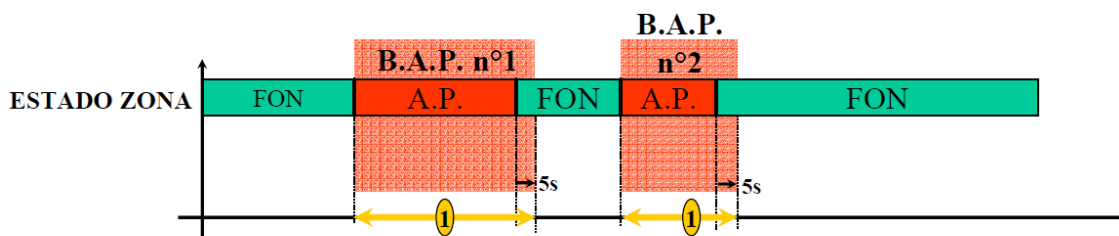
## 4. Documentación de los tiempos de estado

A parte de esta clasificación de las paradas atendiendo a su naturaleza como tiempos de estado, se puede hacer otra clasificación atendiendo al modo de codificación de estos tiempos de estado. Así, se hablará de documentación automática, facultativa y obligatoria (Groupe Renault).

A la hora de explicar los tipos de documentación se van a mostrar cronogramas en los cuales aparecen diferentes abreviaturas: "FON" significa que la zona está en buen funcionamiento, "A.P." hace referencia a tiempo de parada propia, y también aparecen las abreviaturas de las diferentes temporizaciones de SMP que se ven implicadas en la documentación.

### 4.1. Documentación automática

El principio de documentación se basa en una documentación automática, que quiere decir de no va a demandar la documentación del operario de mantenimiento. El bloque de codificación que genera SMPLOC se cierra a los cinco segundos del cierre de la parada. El cronograma 3.1 muestra la temporización de esta documentación.



① : Presencia en línea de mensaje '1 bloque(s) abierto(s)'

Cronograma 3.1. Documentación automática (Groupe Renault)

Las abreviaturas que aparecen en el cronograma se refieren a la zona en funcionamiento (FON) o en tiempo de avería propia (A.P.).

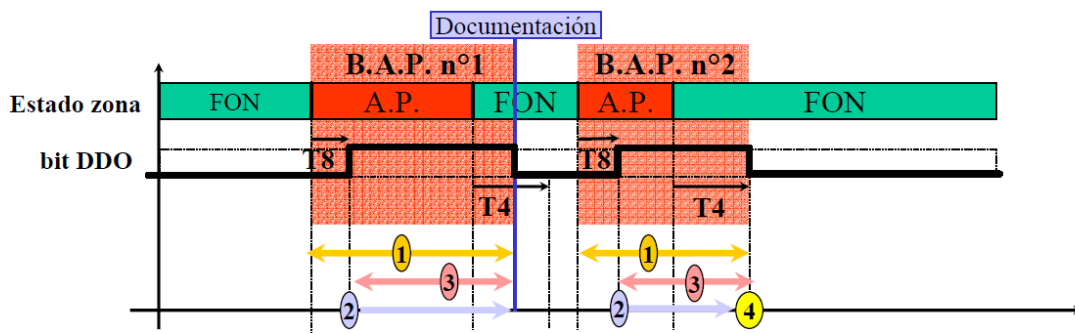
Este modo de codificación tiene dos particularidades: la documentación automática tiene la afectación de un código de parada en automático y la definición de códigos de parada por defecto se hace a nivel de cada bit de defecto de origen desde SMP99 y de cada código de defecto robot (para los módulos Robot) desde SMP99 o en el fichero Excel utilizado por “Geloc”.

Por ejemplo, el programa autómatas que controla un AGV levanta una APP y esa APP nos aparece en los tiempos de estado de la zona a la que abastece ese AGV; como AIA con la causa “Defecto de entrada AGV (xx)”.

Dentro de este tipo de paradas podemos encontrar algunas APP y los dos tipos de AIA, las AIF (falta de alimentación por flujo secundario) y las AIO (falta de alimentación operario).

#### 4.2. Documentación facultativa

El principio de documentación es una documentación pedida pero no obligatoria. Si no hay documentación por parte de un operario de mantenimiento, el bloque se cierra teniendo en cuenta lo detectado por el robot: el módulo responsable pasará a ser el módulo que declara el evento origen y el tipo de parada será el tipo de evento origen. El cronograma 3.2 muestra un ejemplo de este tipo de documentación:



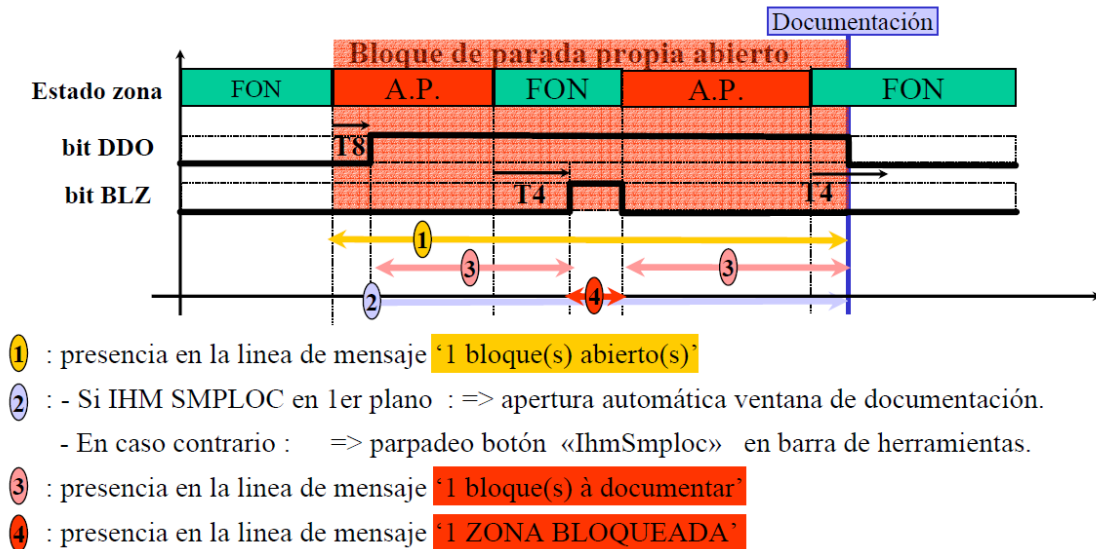
- 1 : presencia en línea de mensaje '1 bloque(s) abierto(s)
- 2 : Si IHM SMPLOC en 2º plano : parpadeo botón «IhmSmploc» en barra de herramientas.
- 3 : presencia en línea de mensaje '1 bloque(s) à documentar'
- 4 : cierre en automático de bloque de parada.

Cronograma 3.2. Documentación facultativa (Groupe Renault)

Normalmente, el bloque de parada que levanta el robot es correcto, a menos que ese defecto tenga una clasificación diferente dentro de los tipos de tiempo de estado que tiene establecido el equipo de mantenimiento del taller. Dentro de estas entran las APP, APF, APE y algunas AIA.

### 4.3. Documentación obligatoria

El principio de documentación es una documentación obligatoria, lo que implica que el bloque de parada generado por el módulo debe ser documentado por un operario de mantenimiento. Si no hay documentación por parte de un operario de mantenimiento, el bloque no se cerrará. Cuando la parada finalice, y una vez superado el temporizador "T4", SMPLOC pide al API un bloqueo de la zona. El cronograma 3.3 presenta la documentación obligatoria:



Cronograma 3.3. Documentación obligatoria (Groupe Renault)

Esta documentación es típica de las APP, APF, APE y de algunas AIA. Es el tipo de documentación más utilizado en el departamento porque las averías principales del taller requieren esta codificación.



# ***CAPÍTULO 4*** \_\_\_\_\_



## ***METODOLOGÍA IHMP***





## 1. Introducción

Me gustaría empezar este capítulo definiendo qué es una *metodología*. En concreto, suele considerarse como el conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal, donde un *método* es el procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla (Real Academia Española, s.f.).

En este capítulo se va a exponer la primera de las dos metodologías que se han llevado a cabo para optimizar el funcionamiento de la aplicación TIBCO Spotfire. La metodología que se va a describir en este capítulo se ha usado para corregir el interfaz de visualización de la aplicación.

Esta metodología trata de solucionar la forma en la que se van a mostrar los datos recopilados del estado de las zonas del taller, y no valorará su fiabilidad. Cabe destacar que las correcciones de los diferentes errores que se van a mostrar en este capítulo son aplicables a todos los errores que compartan una misma filosofía.

En esta metodología se seguirán los pasos o premisas que se muestran en la imagen 4.1.

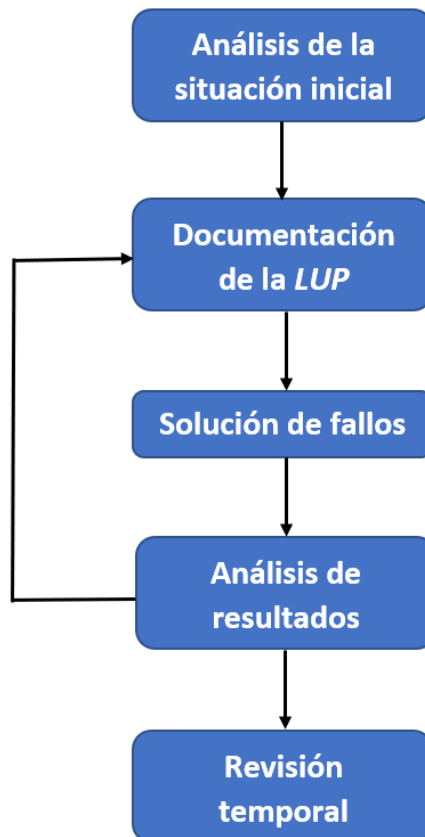


Imagen 4.1. Diagrama de flujo de la metodología para la corrección del interfaz

Para poder llevar a cabo la metodología que se expondrá a lo largo de este capítulo he recibido 10 horas de formación en la primera fase del proyecto por parte de la persona que manipuló esta aplicación anteriormente.

## 2. Análisis de la situación inicial

Lo primero que se debe hacer es conocer el punto de partida del error. Esta situación se ha expuesto en el tercer capítulo y aquí se extenderá el análisis como parte de la metodología. Para analizar el punto de partida es necesario examinar el contenido de cada una de las visualizaciones de las pestañas que conforman el interfaz.

Se deben distinguir diferentes tipos de pestañas según lo que se muestre en sus visualizaciones: hay pestañas donde visualizamos *tiempos de estado*, pestañas donde se visualizan *datos* y pestañas nuevas para visualizar *otros datos*.

### 2.1. Tiempos de estado

En la imagen 4.2 se muestra una pestaña, a modo de ejemplo, que consta de diez visualizaciones diferentes. Estas visualizaciones son áreas que grafican los diferentes tiempos de estado que ha sufrido una zona a lo largo del tiempo seleccionado en la pestaña de selección.



Imagen 4.2. Pestaña VITES tiempos de estado

Las visualizaciones corresponden a los diferentes perímetros que hay en el taller. En cada perímetro la pieza sigue un camino al que se denomina flujo. Este flujo es importante, ya que los tiempos de estado de saturación y falta de pieza los producen la zona o isla posterior y la zona o isla anterior, respectivamente. Tener ordenado el flujo de trabajo de la pieza es fundamental para poder hacer un correcto análisis.

También es necesario conocer las zonas que se muestran en cada visualización; estas deben coincidir con las zonas productivas que forman cada perímetro. Las zonas que no se muestran es porque no aportan información o desvirtúan el análisis. Se deben mostrar las zonas que aportan valor a la pieza y algunos stocks que ayuden a entender el flujo de la pieza.

Por último, el nombre de las diferentes visualizaciones debe ser el apropiado para facilitar el análisis a los equipos que utilizarán la aplicación. También es importante el título porque con tantas visualizaciones en una misma pestaña agiliza y facilita el análisis que es el objetivo principal de la aplicación.

## 2.2. Datos

Las pestañas que muestran datos tienen como objetivo aportar información (Imagen 4.3) o hacer un filtro de selección de una zona o de un periodo de tiempo (Imagen 4.4). En la imagen 4.3 se aprecian dos visualizaciones. La superior aporta datos de un top de las zonas más penalizantes en el perímetro 1. En esta visualización hay un botón a modo de filtro que selecciona un top de zonas penalizantes en otras pestañas donde se muestra su tiempo de estado. La visualización inferior muestra datos de los eventos más penalizantes de la zona seleccionada en la visualización superior.

TOP 3 Zonas Penalizantes P1							Colors:	
Línea	Zona	Tiempo Averías	Tiempo Paradas Explotación	Falta Pieza / DTC Operario	TCY Medio	Falta Paleta / Saturación	All values	
P1 CAJA	CS1Z2_050+	2,7	0,0	83,2	0,83	142	●	TOP 1
P1 BR	BR5Z3_290-	5,4	0,0	0,8	0,79	163	●	TOP 2-3
P1 BR	BR4Z3_200	84,1	0,0	0,3	0,81	176	●	TOP 2-3

Eventos de las Zonas Penalizantes							
Zona	Evento	Tipo	Numero	Duración (min)	TMP	% Numero	% Duración
CS1Z2_050+	Z2: CV Falta Pieza	AIA	23	72,00	3,13	67,65	85,05
CS1Z2_050+	Z2: D0 Sobrepaso T2	AIA	8	9,97	1,25	23,53	11,78
CS1Z2_050+	Z2: D0 Def. Mesa	APP	1	1,88	1,88	2,94	2,22
CS1Z2_050+	Z2: D0 Sobrepaso T2	APP	1	0,40	0,40	2,94	0,48
CS1Z2_050+	Z2: D0 Def. Parametros Mariage	APP	1	0,40	0,40	2,94	0,47

Imagen 4.3. Ejemplo de visualizaciones de datos

La visualización de la imagen 4.4 permite hacer un filtro para acceder a una parte concreta de los datos que están almacenados en la base de datos de la aplicación. Dentro estas visualizaciones están la selección de día y turno, que son las que realmente filtran los datos en la base de datos. También están las de selección de zona o perímetro,

que realizan un filtro anidado al que se hace en las visualizaciones de selección de día y turno.

Los filtros de selección de día y turno constan de una línea horizontal por la que desplazarse con un cursor y un calendario desplegable para facilitar su utilización. En cuanto a los filtros de selección de día se hacen mediante listas desplegables, “*Drop Down List*”, únicas o anidadas entre sí en las que se selecciona, primero, un perímetro y, después, una zona dentro de dicho perímetro.



Imagen 4.4. Ejemplo de visualización de selección temporal

Estas visualizaciones se crean a través de áreas de texto en las que se introducen tablas, botones, accesos directos, etc. Los datos que muestran se configuran a través de los filtros que ofrece la configuración de las propias tablas. Dentro de estas áreas de texto también tenemos la posibilidad de escribir texto.

### 2.3. Nuevas pestañas

La necesidad de crear nuevas pestañas surge cuando los equipos que explotan la aplicación necesitan visualizar una información nueva o visualizar una información existente de otra forma. Un claro ejemplo es la necesidad de mostrar los datos de las faltas de pieza de las zonas abastecen al *Main Floor* y su saturación. Este tema se abordará más a fondo en el apartado 5.6 de este mismo capítulo explicando un ejemplo.

### 3. Documentación de la LUP

Se denomina LUP a un documento Excel que contiene un histórico de problemas/fallos/averías que deben solucionarse en un plazo estipulado y por un responsable. En la imagen 4.5 se muestra este documento:

Número	Instalación	Zona	Problema	Acciones	Emisor	Realizado por	Estado	Plazo
5	P1_BR	BR224_110	Visual	Quitar columna por que es una zona con una mesa solo de paso	Diego González	Diego Herrero	OK	04/09/2020
6	P1_BR	BR323_170	Visual	Quitar columna por que es una zona con una mesa solo de paso	Diego González	Diego Herrero	OK	04/09/2020

Imagen 4.5. Cabecera del documento LUP

En la imagen anterior se ven las diferentes columnas que componen este documento. En estas columnas se documenta:

- **Número.** Número de la avería para llevar un histórico.
- **Instalación y Zona.** Es donde sucede esa avería, perímetro y zona.
- **Problema.** Breve descripción del problema y la acción que se ha de llevar a cabo para solucionarlo.
- **Emisor.** Quién ha detectado el fallo.
- **Realizado por.** Quién es mi superior en el tipo de avería que estoy documentando, que será a quien solicite ayuda en caso de ser necesario.
- **Estado.** Es el estado de la avería, es decir, si la avería ya está solucionada, está en curso o aún no hay acciones pendientes para ella.
- **Plazo.** Fecha de finalización a modo de plazo.

Es un documento de seguimiento que el director del proyecto lee a menudo para estar al día de los avances o retrasos. También se lleva a cabo una reunión semanal para exponer este documento al director y acordar el plan de acción semanal.

Cuando se detecta un problema se rellena una nueva fila de LUP definiendo unas acciones y un plazo basados en la experiencia de otros problemas similares. Al principio del proyecto era muy frecuente tener que reescribir la celda de las acciones. Según iban avanzando las modificaciones al tener una mayor experiencia en ellas, su proposición era más concreta.

Este documento se podría pensar que carece de utilidad más allá de una mera documentación, pero la realidad es que es vital a la hora de atacar los problemas de una nueva pestaña. Esto sucede porque, a excepción de algunos problemas puntuales, en todas las pestañas se hallan los mismos problemas; por lo tanto, el estudio de los problemas y las acciones a realizar es más sencillo, ya que estos se convierten en un “copia-pegar”.

## 4. Software de desarrollo de la aplicación

El software de desarrollo es diferente al software web de consulta. En el desarrollador se pueden modificar todos los parámetros, tanto de un área gráfica como de un área de texto, así como crear nuevas pestañas o visualizaciones.

También se pueden crear otro tipo de áreas como tablas cruzadas, zonas analíticas, etc. En este proyecto solo ha sido necesario editar o crear áreas de texto, gráficas y tablas.

### 4.1. Áreas gráficas

Para acceder a la edición de un área gráfica se debe ir al gráfico donde se encuentra el error, clicar el botón derecho del ratón e ir a 'Propiedades'. Una vez hecho esto, se abrirá el cuadro de diálogo que se aprecia en la imagen 4.6.

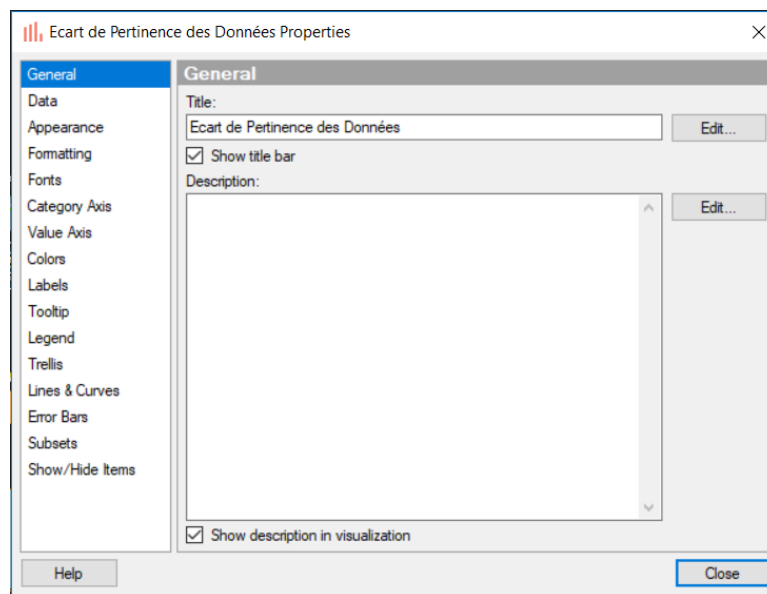


Imagen 4.6. Cuadro de diálogo de las propiedades de un gráfico

En este cuadro de diálogo hay un índice en la izquierda con diferentes opciones de edición para el área gráfica.

El primer campo que aparece al desplegar la ventana emergente de propiedades de un área gráfica es el **campo General**, tal y como se mostraba en la imagen 6. Este campo solo tiene la opción de modificar el nombre de la visualización y hacer una pequeña descripción a modo de información, ya que esta descripción no se visualizará.

También tiene la opción de ocultar el título, opción muy útil para ganar espacio en las visualizaciones de tiempos de estado, que ya de por sí están bastante recargadas de información.

Otro **campo clave** es **Data**. Es el que más opciones de modificación nos aporta, ya que es donde se programa el interfaz y donde se seleccionan los filtros para visualizar los datos (Imagen 4.7).

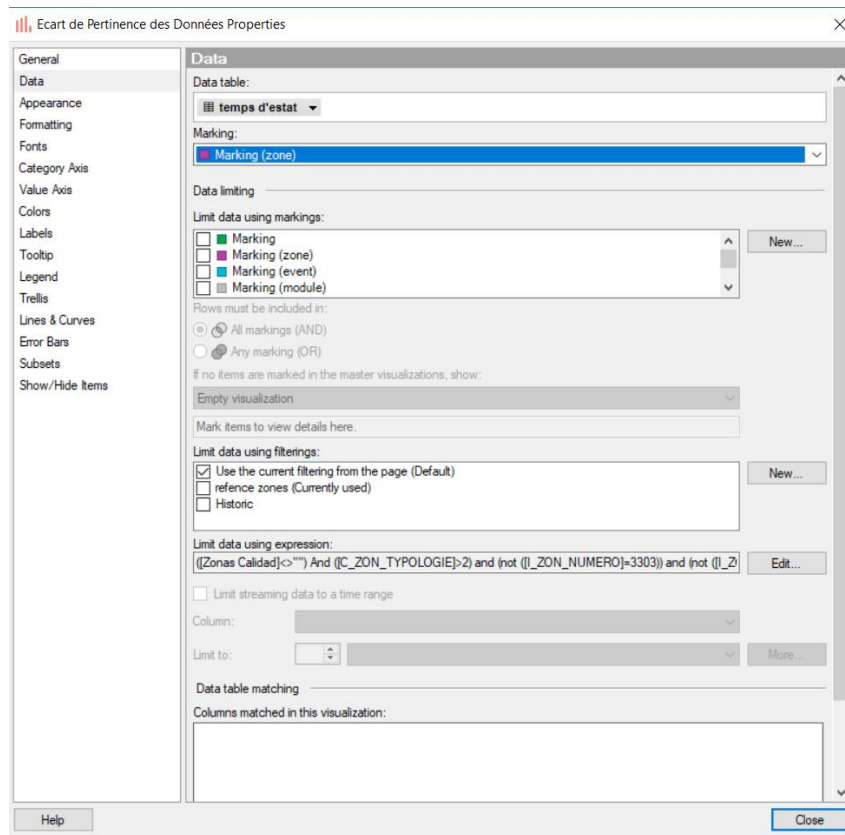


Imagen 4.7. Cuadro de diálogo del campo Data

Para acceder a la programación interna del gráfico debemos ir al campo “Data”. Una vez seleccionado en el campo de “Limit data with expresión” se clic en “Edit” y entramos en la zona de programación del interfaz (Imagen 4.8).

Dentro de este campo encontramos gran cantidad de información. El campo de la esquina superior izquierda nos aporta todas las variables disponibles para el tipo de gráfico que estamos editando, mientras que el de su derecha muestra las propiedades que tenemos creadas en la aplicación (Imagen 4.9). Una propiedad es una variable que ha creado el programador y que contiene un dato de un tipo cualquiera. Esta propiedad se utiliza para tener datos de un tipo diferente al del gráfico que se está editando.

En la parte inferior tenemos la zona de programación propiamente dicha (Imagen 4.10). En ella se pueden introducir variables, propiedades, hacer bucles, operaciones aritméticas, operaciones lógicas, etc.

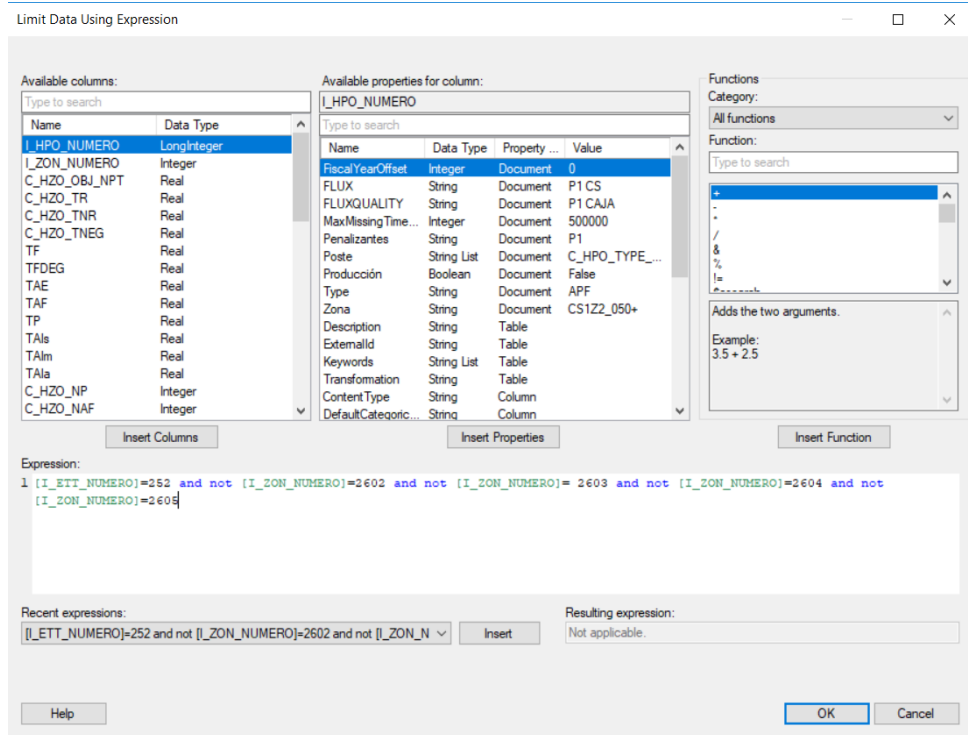


Imagen 4.8. Cuadro de diálogo del campo Edit

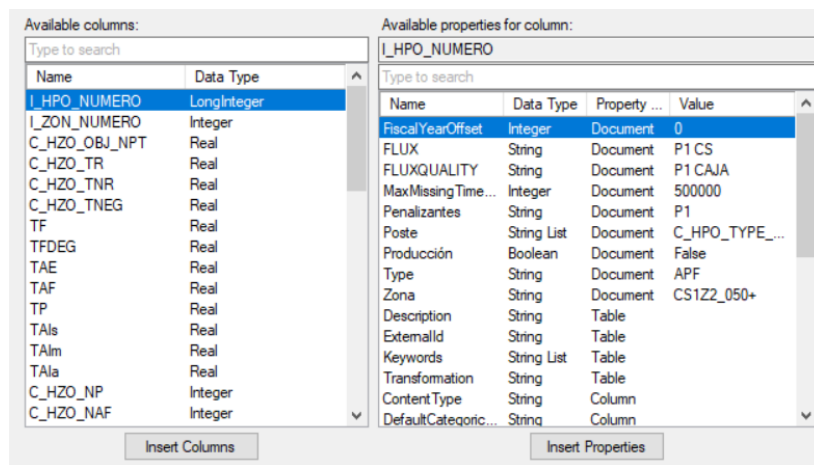


Imagen 4.9. Propiedades y columnas del campo Edit

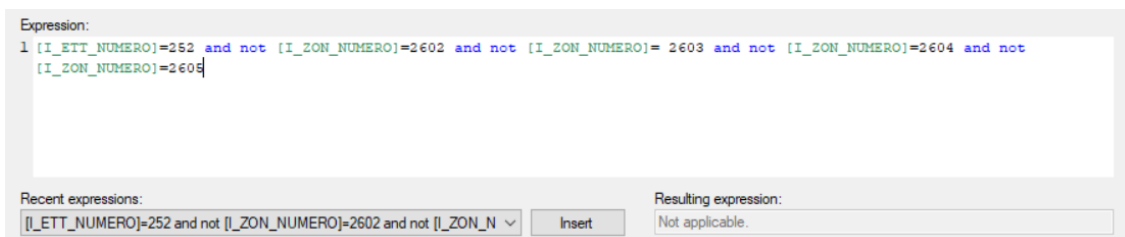


Imagen 4.10. Campo de programación



Por último, tenemos un campo que nos permite recuperar algo que se haya borrado recientemente o que se haya copiado recientemente. Tiene un histórico de cinco acciones y las modificaciones se guardan automáticamente.

El **campo Appearance** nos permite cambiar la apariencia del gráfico. Se puede cambiar la orientación de las barras, el ancho de estas, el brillo con el que se ven y, por último, también permite poner el valor de las diferentes partes de la barra.

El **campo Formatting** solo nos permite cambiar el formato del texto que aparece en el área. Este texto pueden ser las diferentes zonas que conforman el eje de abscisas o los valores que aparecen en el eje de ordenadas, así como el título de la visualización.

El **campo Category Axis** permite definir la variable que se va a mostrar en el eje de abscisas. Estas variables solo pueden ser del mismo tipo que el área gráfica, dándonos la posibilidad de hacer una operación aritmética con estas. En la imagen 4.11 vemos este campo más en detalle.

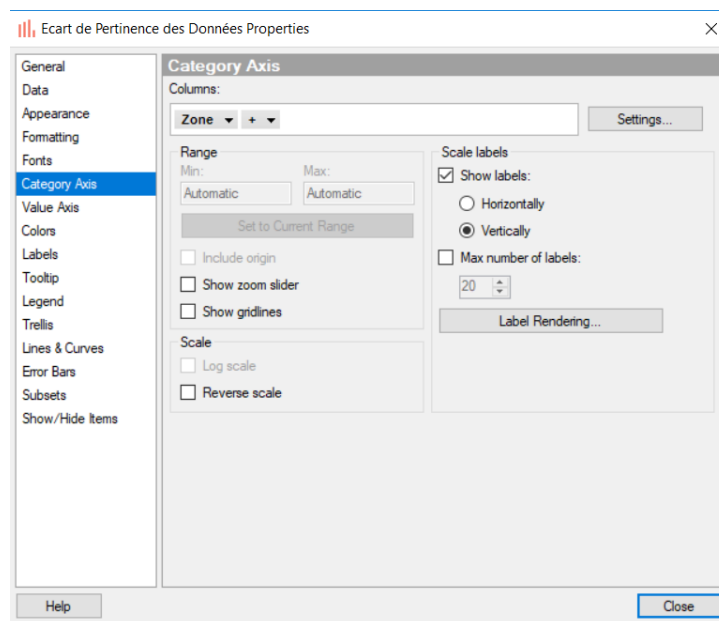


Imagen 4.11. Cuadro de diálogo del *Category Axis*

Este campo nos ofrece otras opciones más orientadas a la personalización visual del gráfico, como es la opción de visualizar o no el título del eje, cambiar de sentido el eje, establecer un número máximo de valores en el eje, etc.

El **campo Value Axis** permite definir la variable que se va a mostrar en el eje de ordenadas. Estas variables solo pueden ser del mismo tipo que el área gráfica, dándonos la posibilidad de hacer una operación aritmética con estas. También nos da la opción de renombrar la variable para cambiar así el título del eje. En la imagen 4.12 vemos este campo más en detalle.

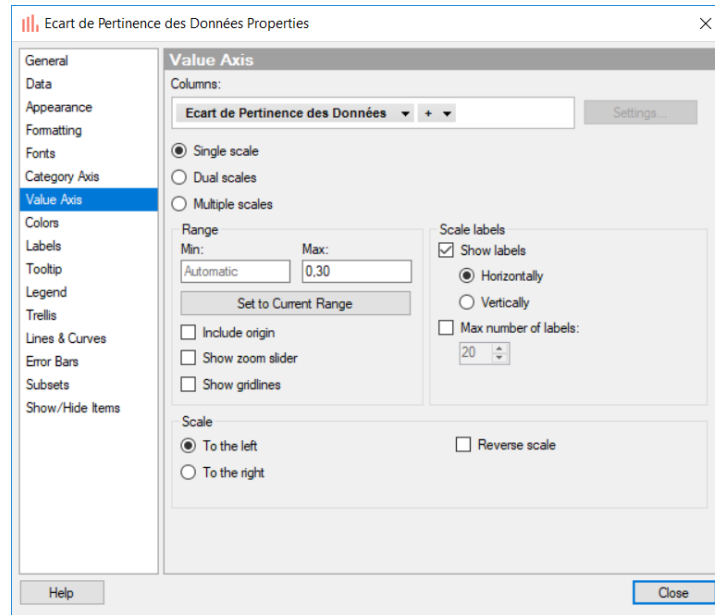


Imagen 4.12. *Campo Value Axis*

Este campo proporciona las mismas opciones de personalización visual que *Category Axis*. A parte, tiene la opción de regular la escala y los valores del eje.

El **campo Colors** aporta la posibilidad de hacer otro tipo de filtro en el gráfico, un filtro por color. Esto quiere decir que, si se cumple la condición programada en un color, marca del color programado las barras del gráfico en cuestión (Imagen 4.13).

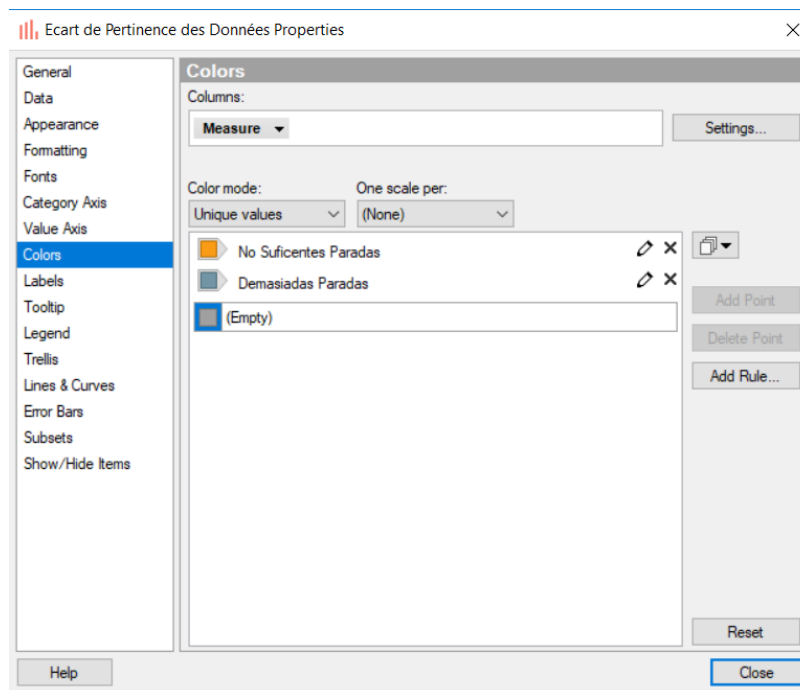


Imagen 4.13. *Colores programados en la pestaña Datos Quality*

A modo de ejemplo, si en la visualización ‘*Ecart de Pertinence de Données Properties*’ está programado el color naranja para las zonas cuyo porcentaje de desviación es debido pocas paradas, dicha zona aparecerá en color naranja en la visualización.

Por último, el **campo Lines & Curves** tiene como función poder añadir una línea o una curva con un valor fijo a modo de objetivo o límite. Esta línea/curva es horizontal, es decir, está relacionada con un valor del eje de ordenadas. Se puede añadir las líneas/curvas que se desee y con cualquier valor dentro de los mostrados en este eje. También tenemos opciones de personalización del color y tipo de línea/curva. En la imagen 4.14 veremos las líneas que contiene la visualización ‘*Ecart de Pertinence de Données Properties*’.

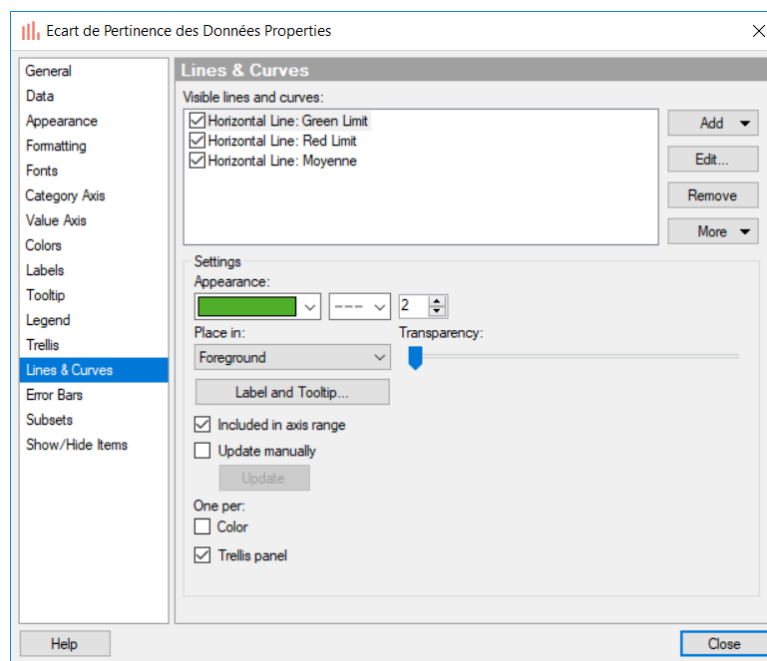


Imagen 4.14. Cuadro de diálogo del campo *Lines & Curves*.

Existen más campos dentro del cuadro de diálogo de las propiedades de un área gráfica. Las que se han explicado en este apartado son las que se han utilizado para dar forma y formato a los gráficos modificados o creados durante el desarrollo de este proyecto.

## 4.2. Áreas de texto

Este tipo de visualizaciones se van a utilizar sobre todo para hacer filtros y seleccionar datos concretos de toda la base de datos. Para acceder a la edición de un área de texto es un poco diferente a un área gráfica. Se debe ir al área de texto que se quiere modificar, clicar el botón derecho del ratón e ir a “Edit Text Area”, donde se abrirá el siguiente cuadro de diálogo (Imagen 4.15).

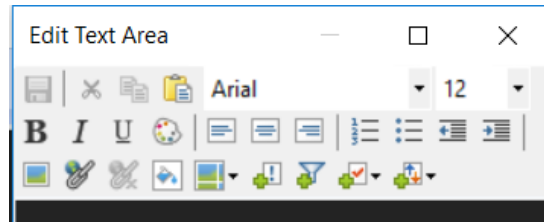


Imagen 4.15. Barra de herramientas para editar un área de texto

Este entorno de desarrollo es un poco diferente del entorno de un área gráfica, aunque es muy parecido a editar un fichero de texto. En la barra de herramientas que se muestra en la imagen 4.15 están las herramientas comunes de edición de texto. A parte, hay dos herramientas (Imagen 4.16) que nos permiten introducir botones, listas desplegables, iconos, etc.

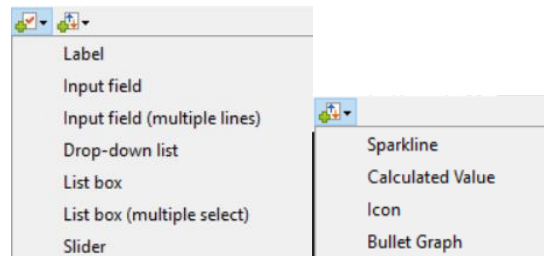


Imagen 4.16. Gadgets para la edición del área de texto

En las áreas de texto (Imagen 4.17) se puede crear casi cualquier forma de visualizar datos. Por este motivo, es la opción elegida para crear las visualizaciones más particulares que responden a las peticiones de los fiabilistas para facilitar su análisis.

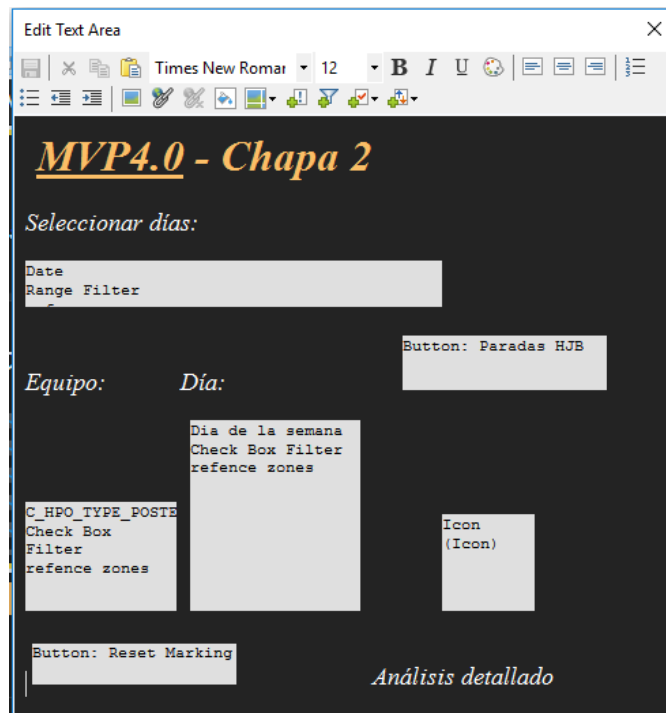


Imagen 4.17. Edición de un área de texto

## 5. Solución de fallos

En este apartado se van a tratar todos los tipos de fallos que se han detectado hasta la fecha de redacción del proyecto y cómo se han corregido. Estos fallos se van a solucionar mediante la programación del interfaz de la aplicación o bien, modificando algunas columnas de la base de datos Access de la que bebe la aplicación.

### 5.1. Corrección de las zonas que se muestran en las pestañas de tiempos de estado

Este problema responde a la pregunta: ¿sobra o falta alguna zona de las que nos aportan información de tiempos de estado en la visualización? Una vez recibida la formación acerca de la programación del interfaz este es un problema menor y de fácil solución.

En la imagen 4.18 se ven zonas que tienen un único tiempo de estado: tiempo de buen funcionamiento. Estas cinco zonas corresponden con un *stock* de paletas del P1. Solo la primera zona de este *stock* tiene todos los tiempos de estado programados y, por tanto, es la única zona de las cinco que nos aporta información; las otras cuatro no nos hacen falta porque solo dificultan el análisis.

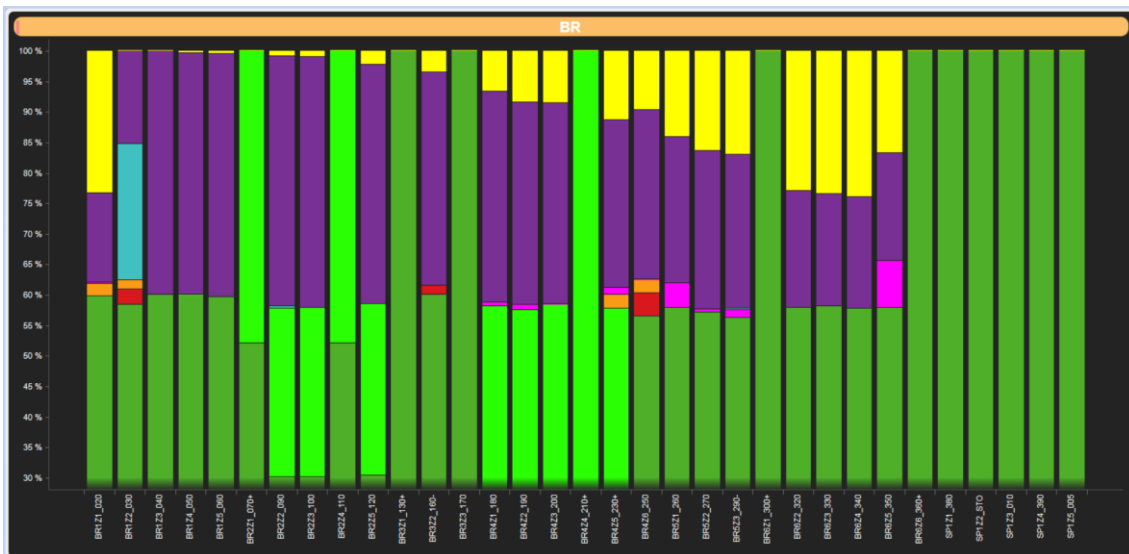


Imagen 4.18. Visualización de tiempos de estado del PIBR

Este tipo de problema se soluciona excluyendo el número de zona de las zonas que no queremos mostrar en el gráfico. Para ello, debemos ir a la programación interna del área y corregir la programación de la forma que se muestra en la imagen 4.19. En ella se aprecia que, del total de las zonas que conforman el perímetro, se excluyen los números de zona de aquellas zonas que no queremos mostrar.

Expression:

```
1 [I_EIT_NUMERO]=252 and not [I_ZON_NUMERO]=2602 and not [I_ZON_NUMERO]= 2603 and not [I_ZON_NUMERO]=2604 and not [I_ZON_NUMERO]=2605
```

Imagen 4.19. Programación interna del gráfico de la imagen 18

El resultado de esta modificación en la programación interna del gráfico se aprecia en la imagen 4.20 y consta de la eliminación de algunas zonas correspondientes a los stocks.

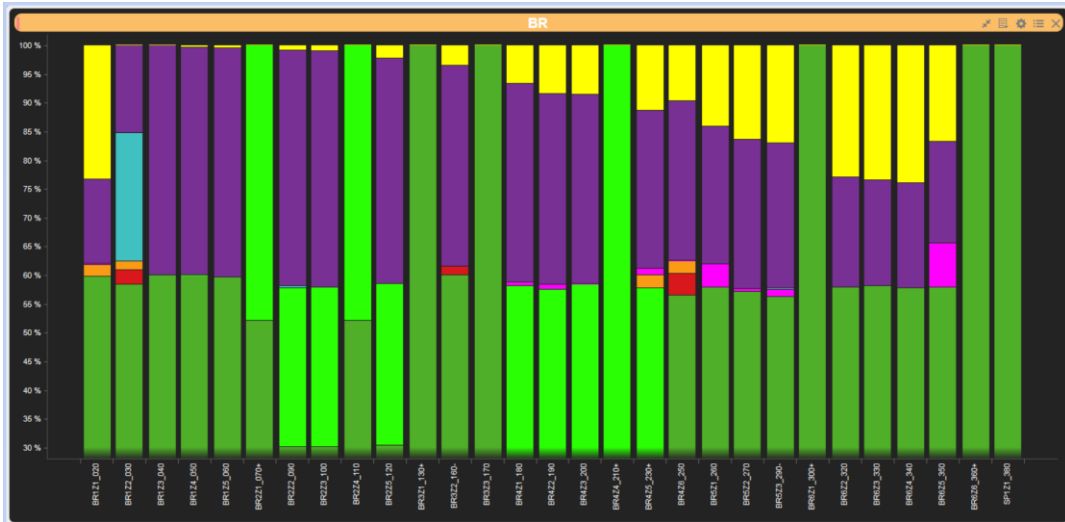


Imagen 4.20. Visualización del PIBR

## 5.2. Corrección del flujo de las zonas de las islas

Este problema viene dado porque las zonas del perímetro que se muestran en la visualización no siguen el orden del flujo de trabajo de la pieza que pasa por dicho perímetro. En la visualización de la imagen 4.21 ya está corregido el problema expuesto en el apartado 4.1 de este mismo capítulo.

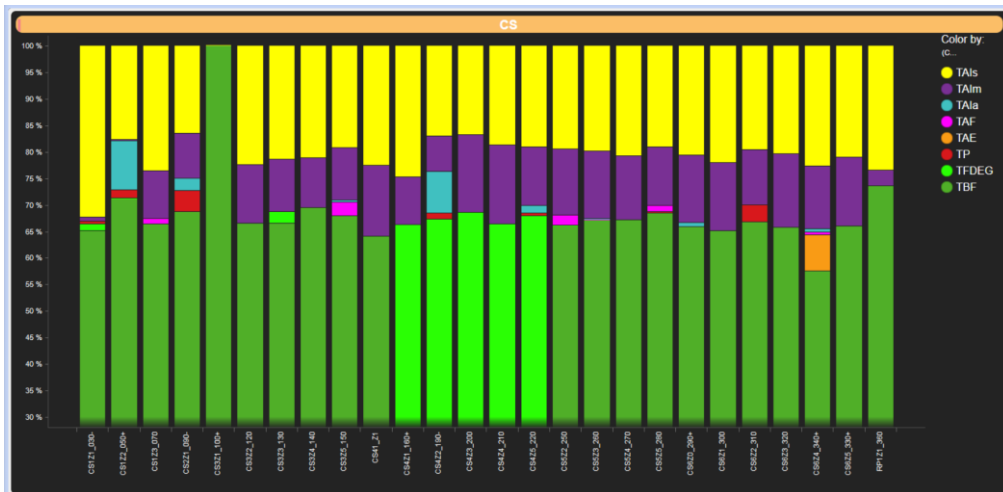


Imagen 4.21. Visualización del PIGS

Se aprecia en la imagen que las zonas no están en el orden correcto en el que la pieza trascurre por ellas. Más concretamente, la zona “CS41” está descolocada. Esto se sabe gracias a los planos del taller y al responsable de este perímetro, que es quien ha detectado el error.

Para solucionar este problema es necesario modificar la columna que contiene la variable “C\_ETT\_FLUX\_ORD” de la base de datos Access (Imagen 4.22), que recoge el orden de las zonas del perímetro atendiendo al flujo que siguen las piezas por él.

I_ETT_NUMERO	I_ZON_NUMERO	C_ETT_ZONE_REFEI	C_ETT_FLUX_ORD
253	1401	0	15
253	2701	0	1
253	2702	0	2
253	2703	0	3
253	2801	0	4
253	2901	0	5
253	2902	0	6
253	2903	0	7
253	2904	0	8
253	2905	0	9
253	3001	0	10
253	3002	0	11
253	3003	0	12
253	3004	0	13
253	3005	0	14
253	3102	0	16
253	3103	0	17
253	3104	0	18
253	3105	0	19
253	3201	0	21
253	3202	0	22
253	3203	0	23
253	3204	0	25
253	3205	0	24
253	3206	0	20
253	3301	-1	26
253	3302	0	27
253	3303	0	28

Imagen 4.22. Hoja “R\_ENTITE\_ZONE” de la DB con la columna “C\_ETT\_FLUX\_ORD”

Normalmente, esta columna está vacía porque SMP no genera este dato, pero basta con poner número a las zonas empezando por el uno y terminando en la última zona del perímetro.

Con esto no sería suficiente, ya que el área gráfica no se ha enterado de este cambio. Para ordenar las zonas como se ha rellenado la columna de la imagen 4.21, debemos ir a editar las propiedades del gráfico y, más concretamente, el campo “Category axes” (Imagen 4.23).

En este campo, la primera opción ofrece la opción de filtrado de los datos que se muestran en el eje de abscisas. Se debe añadir la variable “C\_ETT\_FLUX\_ORD” y colocarla en la primera posición para que se ordene según los números que contiene esta variable. Una vez hecha esta modificación el resultado es el que se muestra en la imagen 4.24.

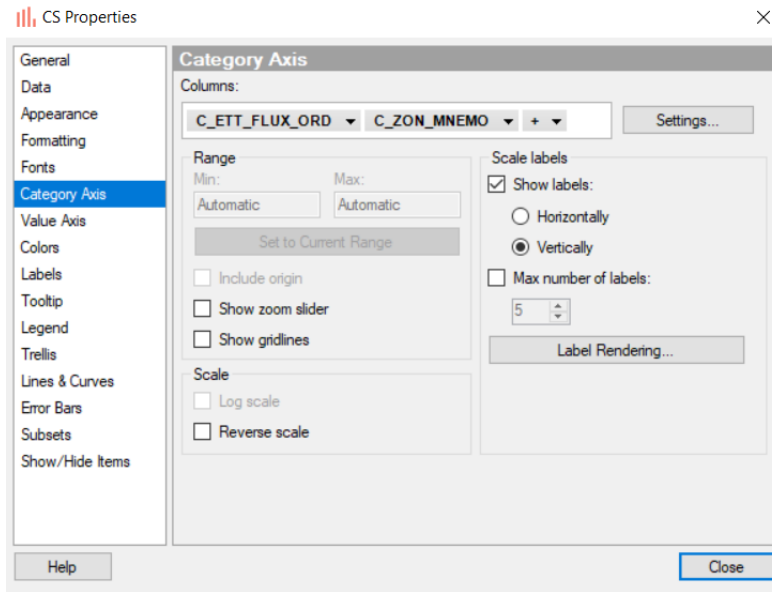


Imagen 4.23. Cuadro de diálogo de Category axes con el filtro "C\_ETT\_FLUX\_ORD"

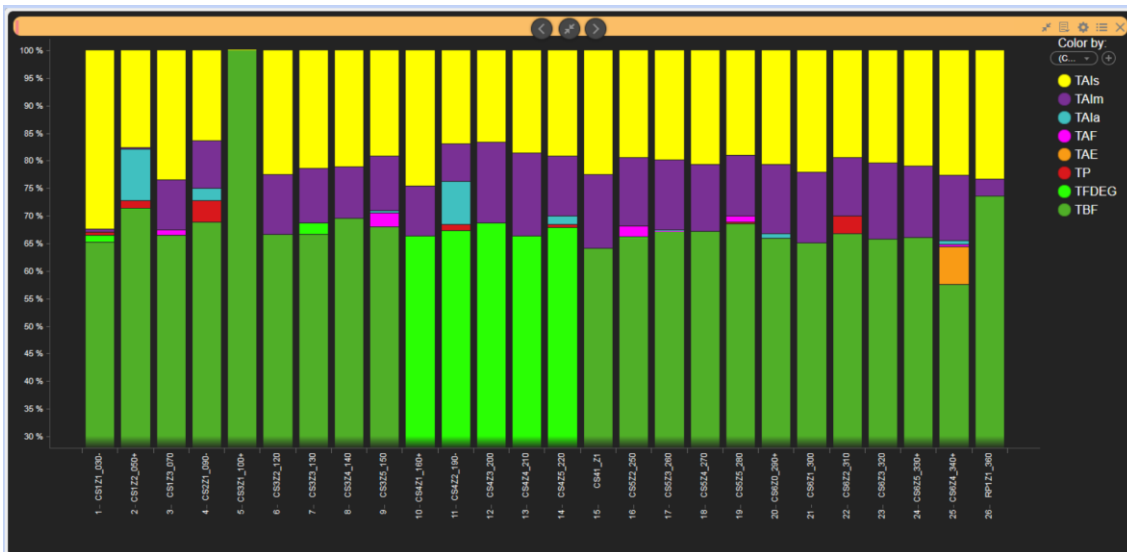


Imagen 4.24. Visualización del PICS ordenado

### 5.3. Corrección de la distribución de las zonas en las pestañas

Este problema se da solo en los perímetros de las preparaciones BR. Está provocado por la problemática de que varias zonas que abastecen a una sola y la imposibilidad de colocar dos zonas en paralelo en una sola visualización. También se debe a que hay muchas visualizaciones en una sola pestaña y no se aprecian bien los gráficos.



Este es un problema de ordenación de flujo parecido al del apartado 5.2, aunque su solución es totalmente diferente. Esta solución pasa, primero, por separar los perímetros en pestañas diferentes y, después, por intentar ordenar las islas y zonas de ese perímetro de acuerdo con el flujo de trabajo de la pieza.

La primera propuesta de la solución consiste en crear tantas pestañas como perímetros hay en las preparaciones BR; más concretamente, cuatro. Para crear estas nuevas pestañas lo que se ha hecho es duplicar tres veces la visualización VITESS (Imagen 4.25), que es en la que estaban todos estos perímetros, y se han eliminado los perímetros no correspondientes al perímetro que se muestra en la pestaña.

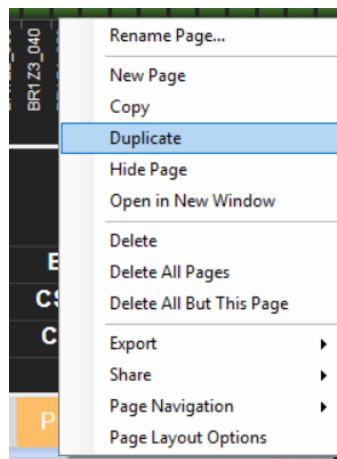


Imagen 4.25. Menú de opciones para duplicar pestaña

Una vez se tienen las visualizaciones creadas, llega el momento de ordenar las zonas del perímetro para conseguir describir el flujo de trabajo de la pieza correctamente. En algunos perímetros esta actividad ha sido más laboriosa y la solución óptima ha sido dejar la última zona del perímetro en el medio y que el flujo de aporte de pieza llegue desde derecha e izquierda. Se decidió hacerlo de esta forma porque a la última zona le llegaban piezas de dos zonas diferentes.

Esta solución se ha adoptado en el *Unit Arrière* (Imagen 4.26), *Unit Central* y en Lado de Caja. Sin embargo, en el *Unit Avant* (Imagen 4.27) se ha conseguido hacer de derecha a izquierda como en el P1, que es una solución mucho más intuitiva.

#### 5.4. Corrección de los filtros para seleccionar las zonas que se muestran en las visualizaciones gráficas

Este hecho no es un error como tal, sino una modificación para facilitar el estudio de los datos que proporciona la aplicación. Inicialmente, la forma de seleccionar una zona para poder estudiarla en otras pestañas se hacía seleccionando la zona en una visualización de tiempos de estado.



Imagen 4.26. Pestaña UAR



Imagen 4.27. Pestaña UAV

Esta forma de seleccionar una zona es bastante intuitiva si solo se necesita estudiar una zona; pero si se necesita estudiar varias zonas hay que estar cambiando de pestaña todo el rato, y esto resultaba bastante confuso y lento.

El director del proyecto, en consenso con el ingeniero junior, encargado del desarrollo y redacción del proyecto, decidió cambiar esta forma de selección para algunas pestañas como son las de *Stop times*, TCY y, posteriormente, TCA. Para el resto de las pestañas se decidió mantener la forma original de selección porque sus respectivos estudios no causaban confusión.

Para cambiar este filtro de selección se ha añadido a las pestañas en las que se va a realizar este cambio una nueva visualización, que es un área de texto. En esta área se han añadido dos listas desplegables anidadas. En la primera se seleccionará el perímetro y en la segunda la zona a visualizar del perímetro seleccionado. En la imagen 4.28 se muestran las listas desplegables anidadas de la pestaña TCY.

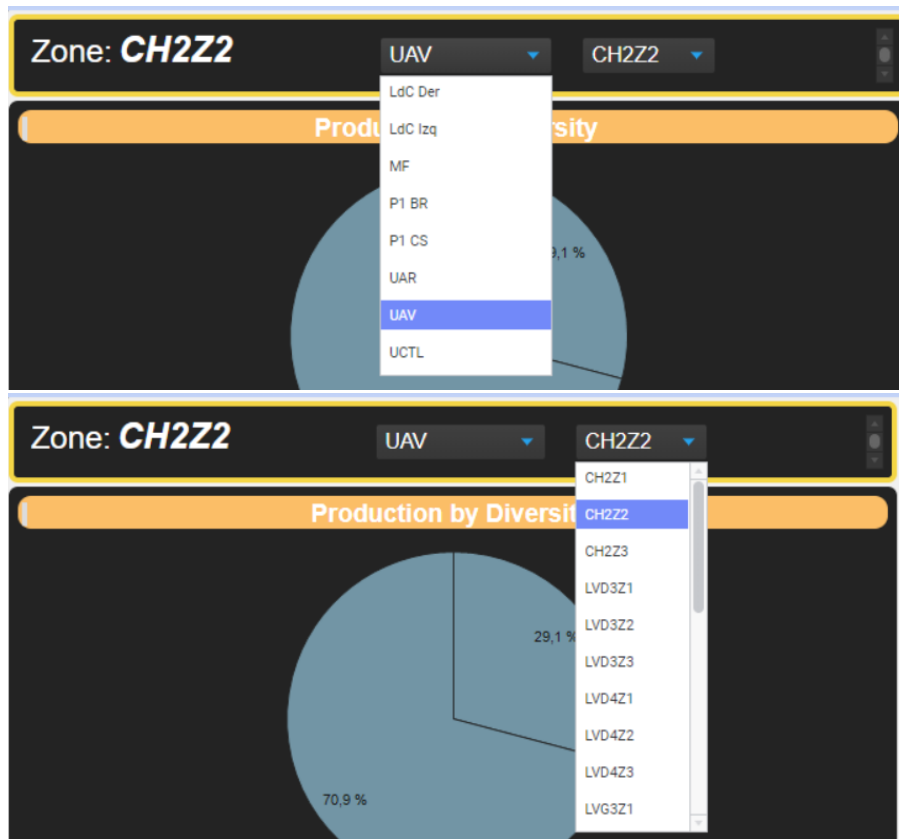


Imagen 4.28. Drop down list anidado

### 5.5. Añadir TOP 3 a las visualizaciones de tiempos de estado

En realidad, este apartado no deriva de un error como tal, sino que surge de una petición del fiabilista para agilizar el análisis. Este top ya existía en las pestañas de selección y en P-PRo90 P1, pero con otro formato en el que se seleccionaba el TOP 1 separado del 2 y 3, como se aprecia en la imagen 4.29:

TOP 3 Zonas Penalizantes P1							Colors:
Línea	Zona	Tiempo Averías	Tiempo Paradas Explotación	Falta Pieza / DTC Operario	TCY Medio	Falta Paleta / Saturación	All values
P1 CAJA	CS1Z2_060+	2,7	0,0	83,2	0,83	142	● TOP 1
P1 BR	BR5Z3_290-	5,4	0,0	0,8	0,79	163	● TOP 2-3
P1 BR	BR4Z3_200	84,1	0,0	0,3	0,81	176	● TOP 2-3

Imagen 4.29. Top de zonas más penalizantes de la pestaña Selection

La filosofía de este TOP es remarcar las zonas más penalizantes del perímetro seleccionado. Para conseguir esto, se ha de seleccionar las zonas que menos tiempo de saturación y falta de pieza han experimentado durante el tiempo requerido seleccionado. Esta forma de proceder se debe a que estos dos tiempos de estado de una zona son provocados por otras zonas y lo que se quiere ver en el TOP son las zonas más penalizantes por sí mismas.

La petición concreta del fiabilista fue si se podía poner el TOP de la imagen 28 en las pestañas de tiempos de estado. Se convocó una reunión, en la que estaban el director, el fiabilista y el ingeniero junior, para exponer la modificación, y de esa reunión salió la solución de poner el TOP de la imagen 28 pero que seleccionara las tres zonas más penalizantes, es decir, el TOP 3 de zonas más penalizantes.

Para poner esta idea en funcionamiento, como ya había un TOP que funcionaba correctamente, solamente hay que programarlo para que seleccione tres zonas en vez de una. Para esto hay que saber con qué propiedad realiza el filtro para seleccionar la zona más penalizante.

Como se esperaba y gracias a la formación recibida, el filtro de la zona más penalizante se hace a través de la propiedad "Color" (Imagen 4.30).

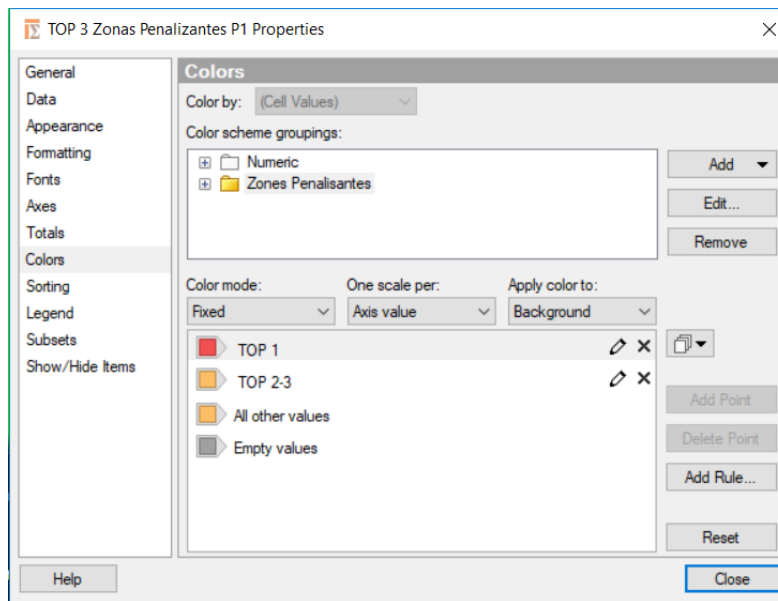


Imagen 4.30. Propiedades de una tabla con el cuadro de diálogo Colors seleccionado

Una vez encontrada la propiedad que hace el filtrado, basta con programar que seleccione tres zonas en lugar de una y eliminar el otro filtro para el TOP 2 y 3 (Imagen 4.31) y cambiar el color de la selección.

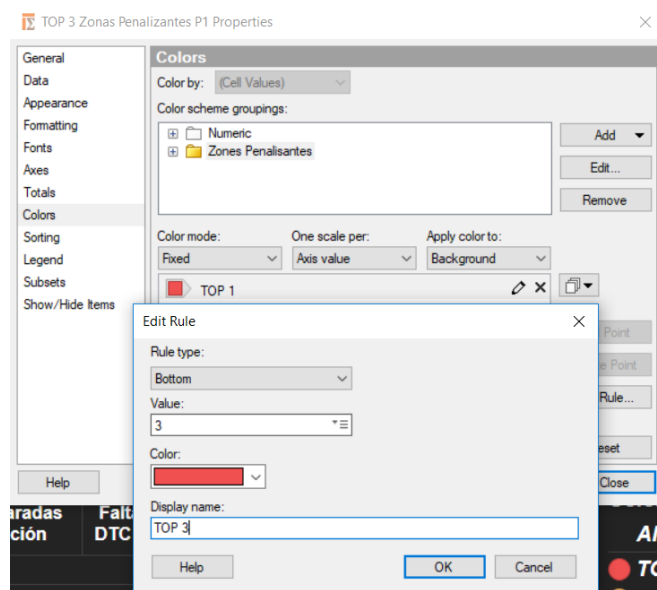


Imagen 4.31. Propiedad Color y cuadro de diálogo para su edición

Una vez hecho este pequeño cambio y comprobado que la modificación funciona correctamente, lo más sencillo es copiar la visualización que contiene el TOP y pegarla en las pestañas de tiempos de estado que no lo tenían. Después, solo es necesario cambiar el filtro de selección del perímetro del que queremos que haga el TOP.

Esto se hace en la propiedad “Data”, en el campo “Limit data using”, cambiando simplemente el número de entidad (I\_ETT\_NUM) del perímetro y quitando las zonas que no se muestran en la pestaña. En la imagen 4.32 se muestra el resultado de los cambios realizados sobre el TOP y su implantación en las pestañas de tiempos de estado.

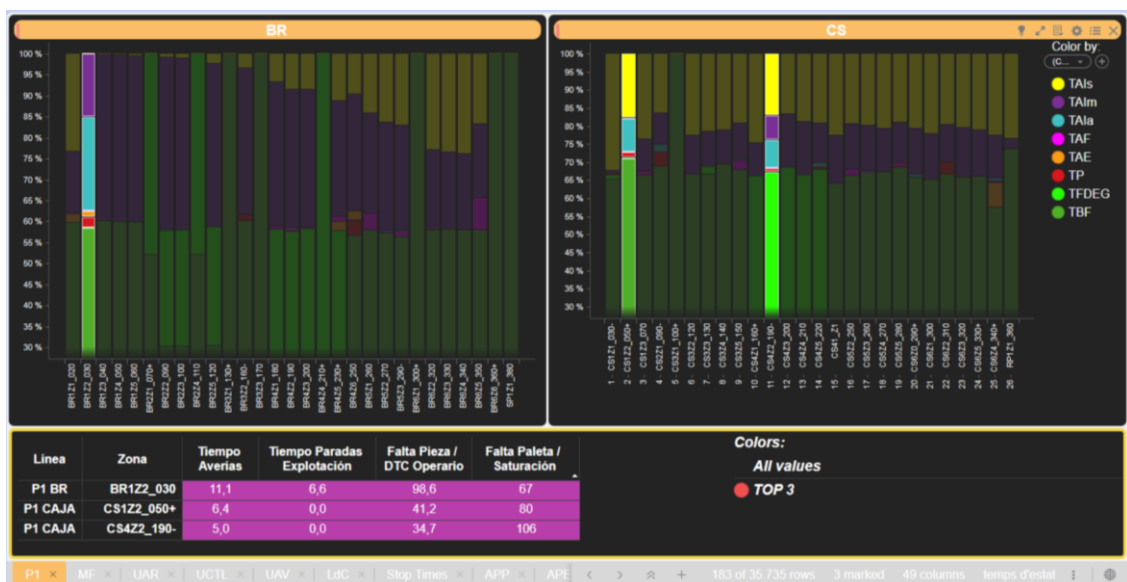


Imagen 4.32. TOP 3 modificado de las zonas más penalizantes del P1

### 5.6. Creación de nuevas pestañas

Este apartado surge por una razón muy parecida a la del apartado anterior, es decir, por una petición para visualizar nuevos datos o datos ya existentes, pero de otra manera. La creación de una nueva pestaña es muy sencilla, ya que solo hay que clicar en el botón derecho encima de otra pestaña y seleccionar la opción crear.

Una vez creada la pestaña hay que saber cómo elaborar la visualización que nos han pedido. Por el momento, solo ha habido una petición por parte de los equipos que trabajan con la aplicación. A continuación, se va a describir un poco el método seguido para esta petición:

- El primer paso es la necesidad, por parte de alguna persona que explote la aplicación, de visualizar algo nuevo o diferente. Esta persona hace la petición al ingeniero junior, encargado de desarrollar la nueva pestaña, su necesidad y un boceto de lo que necesita.
- El ingeniero junior, el director del proyecto y el fiabilista se reúnen para evaluar la propuesta. Si la propuesta se aprueba, se pasa a su desarrollo.
- La etapa de desarrollo es totalmente dependiente de la necesidad y del boceto presentado. Por ello esta explicación se va a basar en el ejemplo que se muestra en la imagen 4.33.

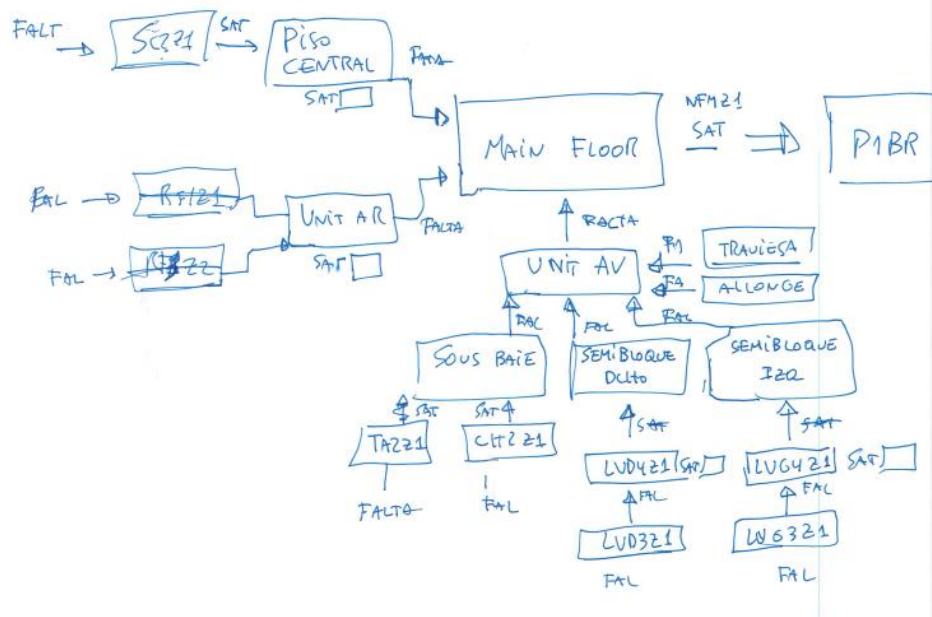


Imagen 4.33. Boceto de visualización

A partir del boceto se sabe que se necesita un área de texto, ya que ofrece todas las herramientas para crear una visualización muy parecida a la del boceto de la imagen 4.33.

Una vez elegido el tipo de área para desarrollar la visualización se comienza a editar con los gadgets de la imagen 16 para llegar al resultado de la imagen 4.34.

- La última etapa es la de presentación. En esta etapa se reúnen todos los miembros participantes en el proyecto y el equipo que hizo la petición. El ingeniero junior presenta el resultado de la visualización (Imagen 4.34) y se discute su validez.

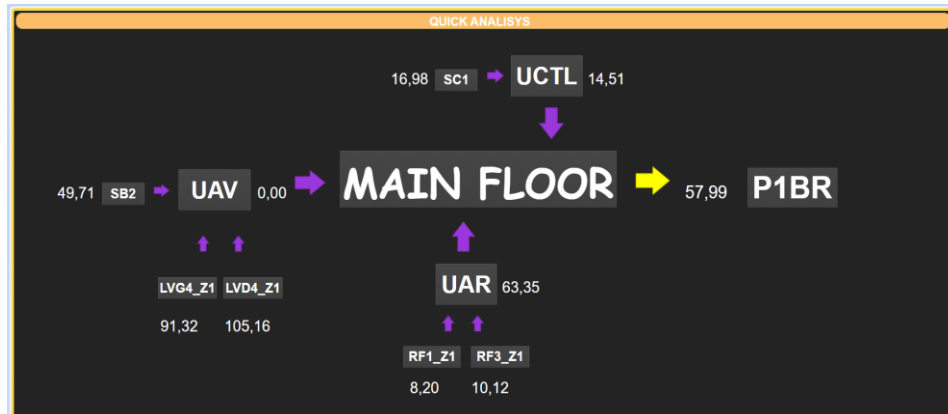


Imagen 4.34. Visualización GRM

Este apartado se ha explicado basándose en un ejemplo, pero las etapas son comunes a futuras peticiones. A modo de ejemplo, una nueva petición puede surgir de una modificación en la fabricación de una pieza o de un problema constante que es necesario monitorizar ya que hace perder producción.

## 6. Problemas especiales

En este apartado se van a tratar los problemas puntuales que se alejan de los problemas comentados a lo largo de este capítulo. En concreto, el único problema que se ha salido de la normalidad ha sido un problema referente a la forma de extraer los datos de SMP a través de la macro de Excel. A continuación, se desarrollará este problema, su trato y la solución adoptada para solucionarlo.

### 6.1. Carpeta de extracción de datos SMP (KPI)

Este problema se detectó porque no se conseguía bajar la calidad de los datos por más que se corregía la programación de los autómatas y las temporizaciones de los tiempos de estado. El equipo que trabaja en el proyecto llegó a la conclusión de que la fórmula que calcula los porcentajes del "Data Quality" estaba mal. Este problema surgió en el primer perímetro que se optimizó, el *Unit Arrière*.

Para saber exactamente si dicha fórmula era correcta, el formador, el director del proyecto y el ingeniero junior (yo), nos reunimos con Phillippe Lefrancois, experto de grupo en la programación de SMP. Gracias a sus conocimientos, se llegó a la conclusión de que el problema no residía en la fórmula.

Una vez demostrado esto, Phillippe aportó otro enfoque para el problema. Este radicaba en la carpeta de la que se extraían los datos de SMP99. La aplicación estaba configurada para hacer la extracción de la carpeta de zonas productivas (Z\_PROD), donde hay datos erróneos. La carpeta necesaria para lograr un correcto funcionamiento de la aplicación es la carpeta “KPI”, donde se recogen los datos correctamente. Este cambio se muestra en la imagen 4.35.

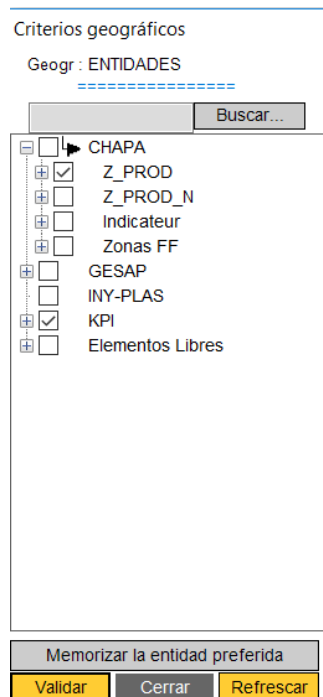


Imagen 4.35. Carpetas de los criterios geográficos SMP99

Una vez seleccionada la carpeta correcta para la extracción, el formador y el ingeniero junior reprogramaron la forma en la que la macro realizaba la extracción de SMP cambiando la carpeta origen.

Sin embargo, una vez realizados los cambios pertinentes en la forma de extracción de datos, el problema de la calidad de los datos no se solucionó totalmente, aunque los datos cuadraban con la realidad.

Junto con este problema, se detectó otro al mismo tiempo relacionado con la extracción de los datos de SMP99. Este problema se detectó en algunas visualizaciones de tiempos de estado que contaban un tiempo requerido de 26 000 minutos (Imagen 4.36), algo totalmente irreal.



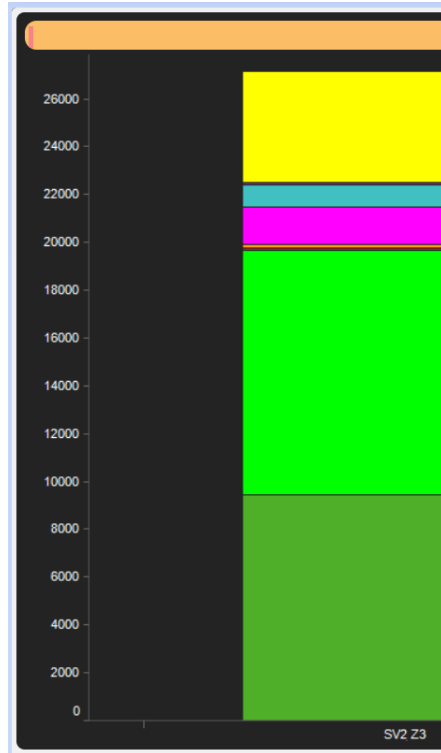


Imagen 4.36. Visualización con un tiempo requerido irreal

Estas visualizaciones son todas iguales, es decir, tienen la misma programación y filtrado, a excepción de las zonas que se muestran en cada una de ellas, lo que nos indicaba que el problema estaba en el origen de los datos.

Después de corregir la carpeta de la que extraen los datos de SMP en la macro, este problema se solucionó, por lo que se estaba en lo cierto al pensar que este problema residía en el origen de los datos y no en las visualizaciones de la aplicación.

## 7. Análisis de resultados y corrección de las posibles situaciones futuras

Este último apartado está fundamentado en que esta aplicación, cuando esté finalmente optimizada, va a ser utilizada a diario por diferentes equipos. Por tanto, esta aplicación va a estar en continuo desarrollo y modificación, ya que cada persona que la explote tendrá la necesidad de ver unas cosas u otras.

Las modificaciones también dependerán de lo que suceda en el taller. Por ejemplo, ahora se están produciendo problemas con la falta de pieza provocadas por la carga de piezas de los operarios y se necesita visualizar más claramente esos tiempos de

estado. En una época posterior igual surgen problemas con la saturación de las zonas y se necesitará ver más gráficamente esa saturación, etc.

La aplicación no tiene límite de pestañas por lo que, siempre que se pueda crear la visualización necesaria y si el director del proyecto está de acuerdo, se hará. En cuanto a los datos no hay problema porque todos los datos al final salen de los módulos de las zonas, el único requisito es que tienen que estar bien programados.

# ***CAPÍTULO 5***

---

---

# ***METODOLOGÍA DE AUTOMATISMOS***



## 1. Introducción

El objeto de este capítulo es crear un método para mejorar la calidad de los datos que generan los módulos de las zonas. Este método se va a utilizar para lograr el objetivo principal del proyecto.

Para lograr este objetivo ha sido fundamental la labor del automatista, ya que sin su ayuda no se hubiera podido llevar a cabo este proyecto. La titulación del ingeniero junior y los cursos complementarios que tiene son suficientes para corrección de la mayoría de los fallos encontrados, pero la programación del autómeta de una isla es una parte muy delicada del taller, ya que un leve error puede causar grandes problemas en la instalación.

Esta metodología trata de solucionar la fiabilidad de los datos recopilados del estado de las zonas del taller. Cabe destacar que las correcciones de los diferentes errores que se van a mostrar en este capítulo son aplicables a todos los errores que compartan una misma filosofía. Se seguirán los pasos o premisas que se muestran en el diagrama 5.1.

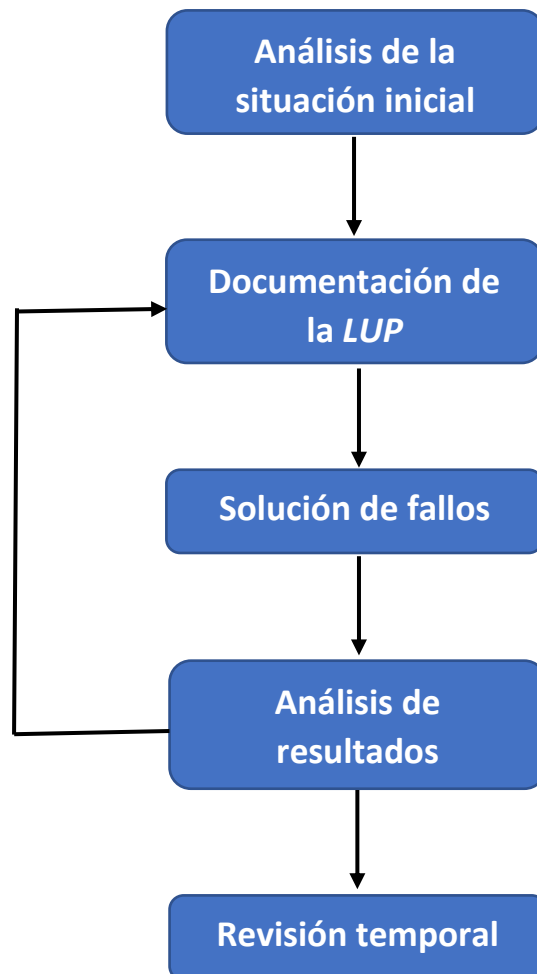


Diagrama 5.1. Flujo de acciones de la metodología para la corrección de la programación

## 2. Análisis de la situación inicial y detección de fallos

El análisis de la situación y la detección de fallos lo aporta la calidad de los datos que generan los módulos. Por este motivo, la pestaña *Datas Quality* juega un papel fundamental. La manera de saber qué zonas no tienen una calidad aceptable para su análisis es si su porcentaje de discordancia está por encima del 7% de desviación.

Una vez que se sabe cómo analizar los datos y detectar los fallos, hay que ver de dónde proceden. El porcentaje de calidad de los datos no aporta esta información, solo da una orientación de si hay demasiadas paradas o pocas. Entonces, ¿cómo se detecta el fallo concreto de la mala calidad de los datos?

La respuesta a esta pregunta está bastante acotada ya que se parte de la premisa que solo los tiempos de estado inducido, es decir, AIA, AIS y AIM, son los tiempos de estado que pueden estar mal programados. Esto es así porque son los tiempos de estado que están programados en el autómatas y no son internos del módulo.

Aún no está claro qué tiempo o tiempos de estado están estropeando la calidad del dato. Aquí tenemos dos caminos posibles: el camino 1, que consiste en encontrar una zona del mismo perímetro cuya calidad de datos sea aceptable, y el camino 2, que implica no tener ninguna zona de referencia.

El primer camino es el más sencillo, ya que podemos comparar los tiempos de estado de ambas zonas y saber qué tiempo de estado inducido no concuerda. Para hacer esta comparación hay que tener en cuenta la propia filosofía de producción de ambas zonas y sus zonas contiguas, ya que estas influyen en la saturación y en la falta de pieza.

Sin embargo, si hay que tomar el segundo camino, se deben revisar los tres tiempos de estado inducido sin ninguna referencia. Conociendo la filosofía de producción de la zona, qué elementos la forman, el flujo de piezas y analizando los tiempos de estado y qué módulo los ha generado se tiene una visión más certera del fallo.

La importancia de crear un método de acción es que, a medida que se obtenga experiencia en la detección de fallos, este análisis será más preciso y rápido, lo que se traduce en una mejor corrección de estos fallos en la programación de los tiempos de estado.

## 3. Documentación de la LUP

Este apartado es muy parecido al descrito en el capítulo anterior; las diferencias se encuentran en el tipo de fallos a corregir, sus acciones, el responsable de corregir el

fallo y el plazo. En la imagen 5.1 se muestran las cabeceras de las columnas que forman este documento.

Número		Instalación	Zona	Problema	Acciones	Emisor	Realizado por:	Estado	Fecha de cierre
1	P1BR	BR322_160-	No marca saturación ni falta de paleta	Comprobar la programación del autómatá y dar de alta en predis esos tipos de avería	Diego González	Jose Antonio	OK	04/09/2020	
2	P1BR	BR322_160-	Cuenta mal la diversidad de las cajas	Comprobar los contadores de programa del autómatá	Diego González	Cristina Gil/Diego Herrero	OK	11/09/2020	

Imagen 5.1. Cabecera del documento LUP

En esta imagen se ven las diferentes columnas que componen este documento. En ellas se documenta los mismos elementos descritos previamente en el apartado 3 del capítulo 5: Número, Instalación y Zona, Problema, Acción, Emisor, Realizado por, Estado y Plazo.

Esta LUP es un documento de seguimiento que el director lee a menudo para estar enterado de los avances o retrasos. También se lleva a cabo una reunión semanal para exponer este documento al director y plantear el plan de acción semanal.

Cuando se detecta un problema se rellena una nueva fila de LUP definiendo unas acciones y un plazo basados en la experiencia de otros problemas similares. Al principio del proyecto era muy frecuente tener que reescribir la celda de las acciones. Según iban avanzando las modificaciones, al tener una mayor experiencia en ellas, su proposición era más concreta.

Este documento puede dar lugar a pensar que carece de utilidad más allá de una mera documentación; pero nada más lejos de la realidad. Este documento es clave a la hora de atacar los problemas de un nuevo perímetro. Esto sucede porque, a excepción de algunos problemas puntuales, en todas las pestañas nos encontramos con los mismos problemas; entonces, el estudio de los problemas es más sencillo ya que se convierte en un “copia-pegar”.

## 4. Solución de fallos

En este apartado se van a tratar todos los tipos de fallos que se han detectado hasta la fecha de redacción del proyecto y la manera en que se han solucionado. Estos fallos se van a solucionar mediante la programación del autómatá que gobierna las diferentes islas. Vamos a diferenciar el P1 de las Preparaciones BR pues su programa autómatá es diferente, al igual que la filosofía de trabajo de las zonas y el flujo de piezas a través de estas.

#### 4.1. PI (Unity Pro)

Las islas del P1 tienen un funcionamiento particular ya que la pieza se trabaja en línea y se mueve a través de mesas elevadoras. Este funcionamiento está descrito más detalladamente en el tercer capítulo. También tiene la particularidad del software de programación “Unity Pro”, es antiguo debido a que este perímetro se heredó del vehículo que se fabricaba anteriormente. Este software utiliza un lenguaje de contactos para la programación de PLCs.

Unity Pro es un software común de programación, puesta a punto y explotación de los autómatas, de gama media-alta de la marca TELEMECANIQUE y de gama MODICON, cuyo propietario es Schneider Electric. El software Unity Pro surge de la experiencia en los softwares de programación PL7 y Concept. Las novedades funcionales que plantea este software para obtener una mayor productividad ofrecen amplias posibilidades tanto a nivel de configuración, como de programación; así como numerosas facilidades en cuanto a depuración (Instituto Schneider Electric de Formación, 2008).

En este perímetro no ha habido muchos fallos; el principal han sido las temporizaciones de la falta de pieza y la saturación. La razón de que estuviera bastante fiabilizado es porque es un perímetro clave en la fabricación debido a su diseño. No tiene apenas stocks y, al ser una línea, si se para una zona se paran casi todas las demás. Este hecho hace que se deje de producir un coche cada minuto, que es el TCA de las zonas del P1.

Los principales fallos radican en los tiempos de estado de saturación y de falta de pieza. La programación de ambos tiempos se realiza a través de un bloque de programación denominado “Rup Flu”, al cual entran una serie de condiciones, un temporizador y salen dos variables. Se profundizará más en su estudio en breve.

##### **Bloque “RUP FLU”**

“Rup\_flu” significa ruptura de flujo. Este hecho se da por causas ajenas a la zona que se encuentra en ese estado; es decir, la zona en cuestión no fabrica porque la zona anterior no le da piezas para ello o bien porque no puede evacuar una pieza ya trabajada a la zona siguiente por el motivo que sea.

Este bloque de programación, que se muestra en la imagen 5.2, pertenece al estándar de programación Renault, es decir, es un bloque creado por los diseñadores de la programación perímetro. Por este motivo, si se diera el caso de tener que modificarlo, no se podría modificar internamente.



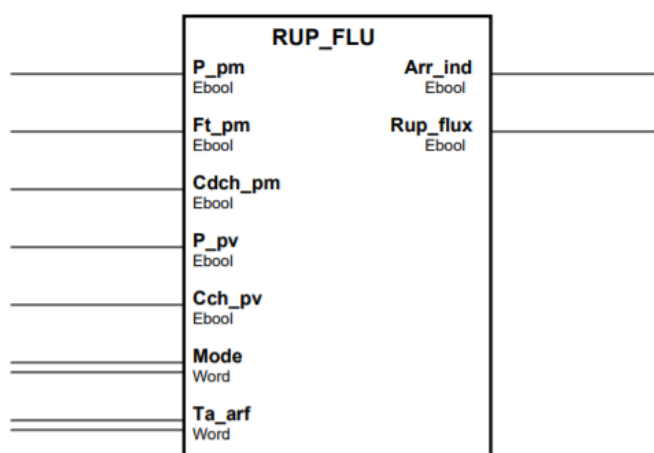


Imagen 5.2. Bloque *Rup\_flu* genérico (Groupe Renault)

El funcionamiento del bloque es muy sencillo: cuando se cumplen las condiciones de entrada se pone a uno la salida “Arr\_ind” y cuando se cumplen las condiciones de entrada y transcurre el tiempo definido en la entrada de temporización se pone a uno la salida “Rup\_flu”.

Las variables del bloque se corresponden con las mostradas en la tabla 5.1 y la tabla 5.2.

Tabla 5.1. Variables del interfaz de entrada bloque *Rup\_flu* (Groupe Renault)

Interfaz de entrada	Descripción
<b>P_pm</b>	Recibe presencia aguas arriba
<b>Ft_pm</b>	Recibe información de fin de trabajo aguas arriba
<b>Cdch_pm</b>	Recibe la condición de descarga aguas arriba
<b>P_pv</b>	Recibe presencia aguas abajo
<b>Cch_pv</b>	Recibe la condición de carga del puesto
<b>Mode</b>	Recibe la indicación del modo de funcionamiento del DFB 1->operación para controlar la saturación 2->operación para controlar una desactivación
<b>Ta_arf</b>	Recibe el valor del tiempo asignado antes de la interrupción de flujo. El valor de esta palabra lo carga del seguimiento. (base de tiempo: 1/10 de segundo con un valor límite de 32767)

Tabla 5.2. Variables del interfaz de salida bloque *Rup\_flu* (Groupe Renault)

Interfaz de salida	Descripción
<b>Arr_Ind</b>	Señalización de la parada inducida
<b>Rup_flu</b>	Señalización de la ruptura de flujo

### Corrección del interfaz de entrada y salida del bloque *Rup\_flu*

Las condiciones de entrada y salida del interfaz del bloque *Rup\_flu*, ya sea de falta de pieza o de saturación, son las mismas para todas las zonas del P1 exceptuando la cabina láser, que es la única zona especial que contiene la programación de estos tiempos de estado.

Lo único que varía en estas condiciones son los nombres de las mesas aguas arriba (anterior) y el nombre de las mesas aguas abajo (posterior). La codificación de la falta de pieza se ven en la imagen 5.3, mientras que las condiciones de la saturación se muestran en la imagen 5.4.

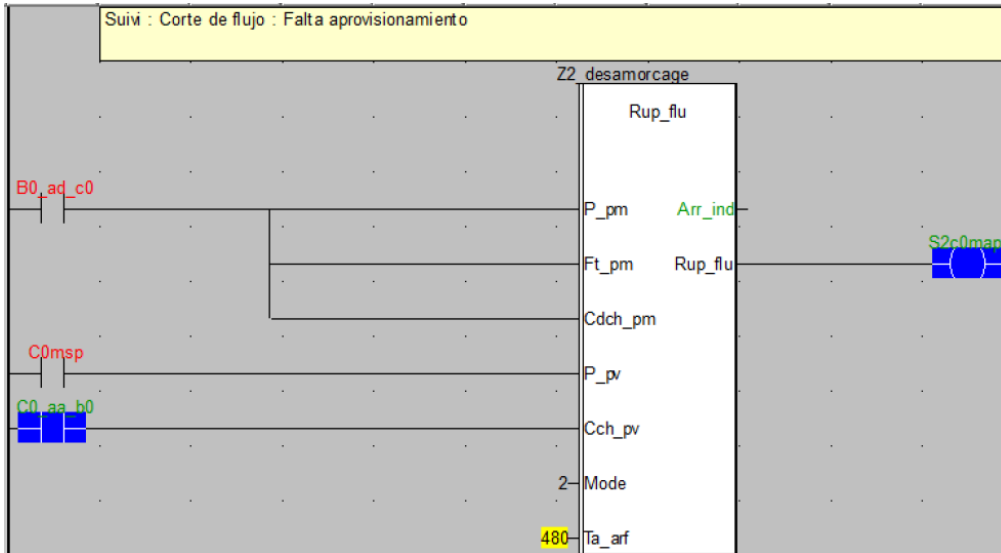


Imagen 5.3. Bloque de programación Rup\_flu de la falta de pieza

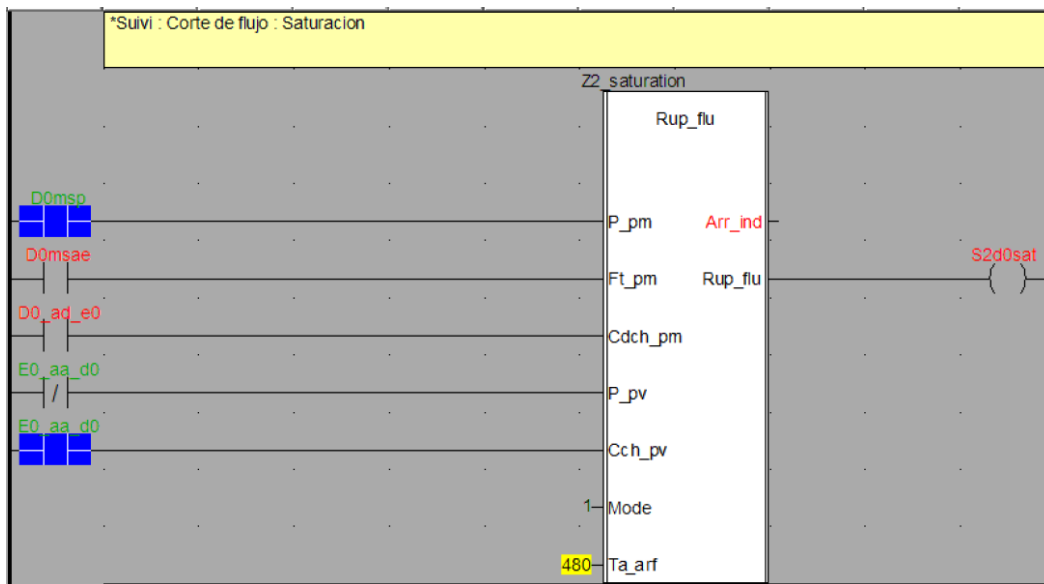


Imagen 5.4. Bloque de programación Rup\_flu de la saturación

La única diferencia entre los bloques de las imágenes 3 y 4 es el modo de funcionamiento: la falta de pieza utiliza el modo 2 y la saturación el modo 1, ambos explicados en la tabla 5.1.

### **Corrección de la temporización del bloque Rup\_flu**

Una vez corregidas las condiciones de entrada y colocada la salida en el lugar correcto, debemos corregir la temporización. Inicialmente esta temporización tenía el valor del TCA del perímetro, 48 segundos, aunque era muy excesivo.

La temporización correcta es el tiempo que tarda una mesa en evacuar una paleta y recibir otra, es decir, el tiempo que tarda una mesa en subir, evacuar paleta, traer otra paleta y bajar. Este tiempo es de 4,8 segundos exactamente. Las unidades en las que trabaja el bloque son de  $10^{-2}$  segundos, por lo que la cifra exacta será 480.

Una vez se tiene este valor, lo único que hay que hacer es ponerlo en el interfaz de entrada de temporización de los bloques de saturación y de falta de pieza. El valor es el mismo para todas las zonas del perímetro, ya que todas las mesas elevadoras son exactamente iguales y están programadas con las mismas condiciones.

Por último, solo queda comprobar diariamente que los *datas quality* no se desvían. Si alguna zona se desviara frecuentemente, hay que volver al primer punto de este capítulo para ver por qué se está desviando.

### **Islas especiales**

Las islas que pertenecen a esta categoría son los pulmones, las zonas en la que no se trabaja la pieza y stock. Estos tres tipos de zonas no tienen programado los tiempos de estado inducidos por saturación y por falta de pieza.

Las zonas con mesas de paso no se muestran en las visualizaciones porque no nos aportan información al análisis. Además, al tener muchos datos, se deben mostrar solo aquellos que son necesarios para facilitar todo lo posible el análisis.

En cuanto a los pulmones y a los stocks, sí que se muestran porque nos aportan información sobre los tiempos de estado inducidos. La información que nos aportan es la propia filosofía de un stock, desahogar la línea de fabricación. Esto, traducido a tiempos de estado, quiere decir que antes de un stock debe haber menos saturación y después del stock menos falta de pieza debido al stock.

Por último, hay una zona que se diferencia claramente de todas las demás del P1: la CS41\_Z1, también conocida como cabina láser. Su diferencia radica en que es una zona en la que se aplican dos cordones de soldadura al techo dentro de una cabina estanca. Esta cabina tiene dos puertas y dos medias mesas a parte de la mesa elevadora de trabajo.

Estas puertas influyen indirectamente en las condiciones de los bloques Rup\_flu, ya que tienen que estar abiertas para autorizar a la mesa de trabajo a traer o evacuar paleta. Y en cuanto a las dos medias mesas a la entrada y salida, estas influyen en la temporización del bloque, ya que el hecho de traer o evacuar paleta tiene mayor recorrido. Este tiempo es de 6,4 segundos exactamente, al que hay que cambiar sus unidades para ponerlo en la entrada de temporización.

## 4.2. Preparaciones Base Rodante

Los perímetros que conforman esta instalación tienen una filosofía de producción totalmente diferente al P1. Esto implica que varía el programa autómatas, que ahora es “SIMATIC-S7” de Siemens, donde deben estar programados los tiempos de estado inducidos y, sobre todo, varían las condiciones para que se den estos tiempos de estado.

### Software de programación

En este apartado se pretende dar una pequeña idea acerca del software de programación y de las partes muy particulares que se han tocado a lo largo del desarrollo de este proyecto. La parte que se ha tocado en este proyecto son segmentos de programación de una FB (*Function Block*) (Gútiéz, 2012).

Un bloque FB es una subrutina que también puede contener una secuencia u operación dentro de él, y que puede ser llamado desde otro bloque como OB, FC o FB. A diferencia del FC, este bloque tiene asociado por defecto un DB (*Data Block*), en el que se almacenan los valores procedentes del FB. A estos datos se les llama estáticos y solo los tienen los FB.

Por tanto, al ser llamado el FB y ejecutada su programación, sus datos se almacenan en el DB asociado a este FB y en la siguiente llamada del bloque los datos inmediatamente anteriores se vuelven a cargar, ya que están contenidos en el DB. En la imagen 5.5 se muestra la ruta hasta una FB del programa autómatas (Gútiéz, 2012).

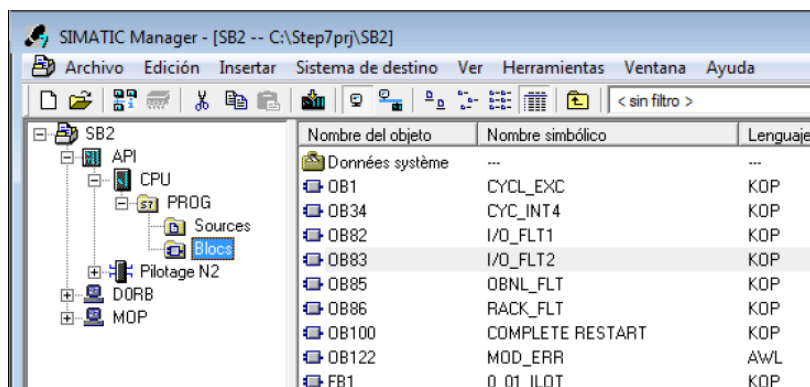


Imagen 5.5. Ruta de búsqueda de una FB

Como se aprecia en dicha imagen, el lenguaje que utilizan las FB que están programados en los autómatas de estos perímetros es “KOP”. Este lenguaje se basa en esquemas de contactos o “Ladder”. Es la representación que habría que cablear si se quisiera hacer el mismo programa que se realiza con el PLC (Gútiéz, 2012).

Se puede acceder a este software desde el MOP o en modo remoto con el programa “VNC Server”, que se muestra en la imagen 5.6. Este programa permite conectarse a todos los MOP de los tres talleres del departamento y realizar las modificaciones o consultas pertinentes.

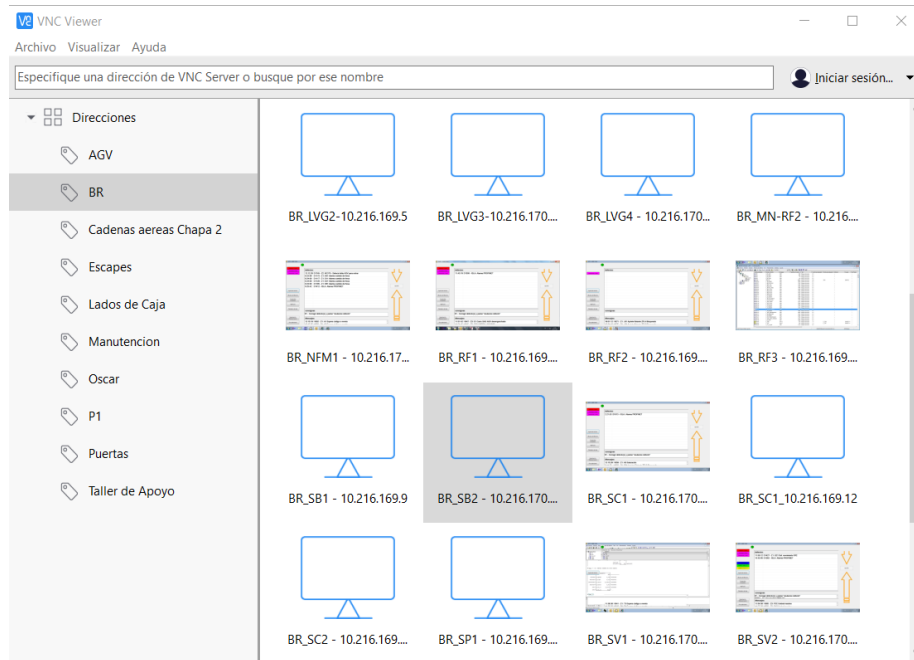


Imagen 5.6. Interfaz del software VNC Server

Para poder modificar la programación de una FB se deben comparar la FB que se quiere modificar y la FB que tiene cargada el autómatas. Esta comparación se va a realizar solo con relación a la fecha y hora, ya que esta comparación es suficiente y si se compara toda la programación lleva mucho tiempo. Realizada esta comparación ya se puede modificar la FB.

Dentro de todas las herramientas y opciones que nos ofrece el interfaz de este software, la más útil y utilizada a lo largo de este proyecto es la herramienta de las gafas (Imagen 5.7). Esta herramienta permite ver a tiempo real las variables que están activas y comprobar fácilmente lo que sucede en la realidad con lo programado. También es un modo de comprobar que la FB abierta es la misma que está cargada en el módulo. Una vez hecha la modificación, por muy pequeña que sea, se deben guardar los cambios y cargarlos en el autómatas para que estos se pongan en funcionamiento.

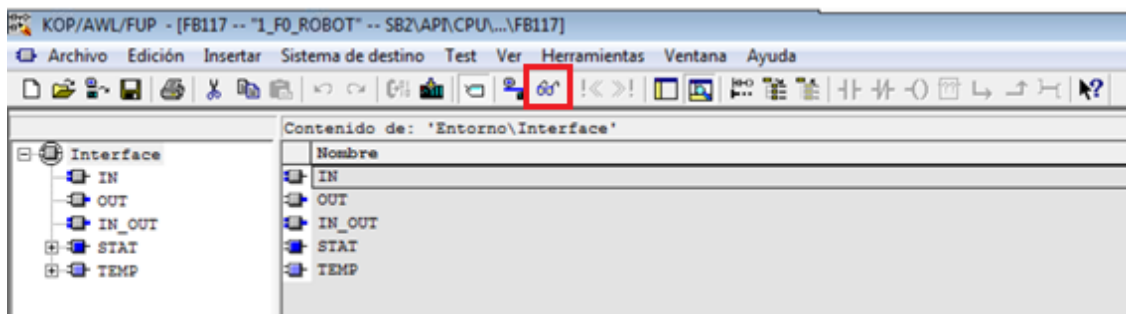


Imagen 5.7. Barra de herramientas del interfaz de una FB

**Condiciones para tiempos de estado inducido**

Una vez detectado, analizado y documentado el fallo, hay que corregirlo. Para corregir el fallo es importante saber en qué tipo de isla/zona estamos trabajando. El tipo de isla nos va a dar las condiciones de los tiempos de estado inducidos.

Se va a diferenciar entre cuatro tipos de zonas:

- *Descontenerizado y punto de recalage.* Este tipo de zona son zonas donde se combina un aporte de pieza con un punto de lanzamiento Siptol. El módulo donde se generen estos tiempos de estado no influye en las condiciones ya que estas zonas solo tienen un robot que mueve las piezas del carro a un mueble. La imagen 5.8 muestra la falta de pieza de un módulo que coge piezas de dos AGV y, por tanto, tiene variables de los dos.

Segm. 31 : PARADA INDUCIDA FALTA PIEZA

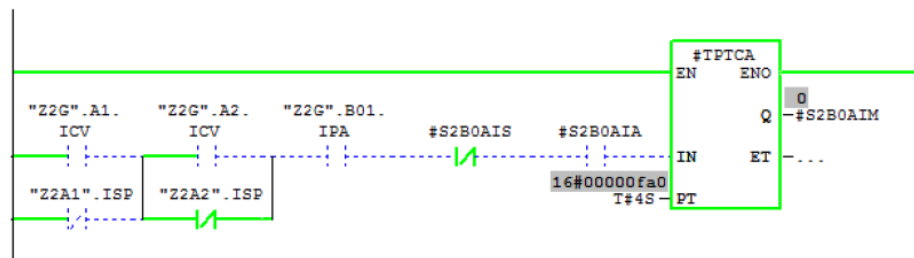


Imagen 5.8. Falta de pieza de la zona TA2\_ZZ

Las condiciones de la imagen 5.9 se pueden dividir en dos partes: las dos primeras condiciones comprueban el punto de lanzamiento y el resto describen la situación de la zona cuando está saturada.

Segm. 30 : TIEMPO ESPERA AIS

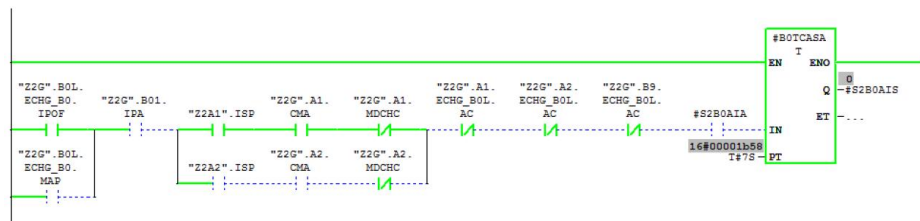


Imagen 5.9. Saturación de la zona TA2\_ZZ

- *Descontenerizado con un solo carro.* Las condiciones de entrada son las mismas que para el caso de tener dos carros, solo que las condiciones son solo de un AGV como se ve en la imagen 5.10.

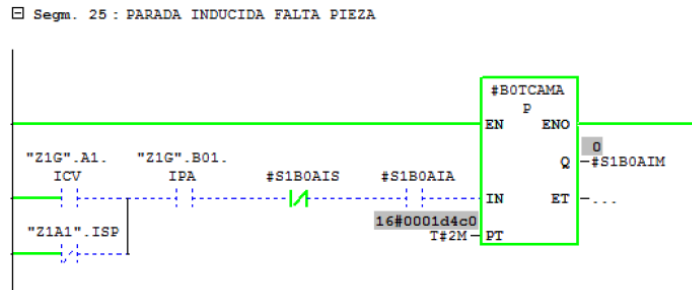
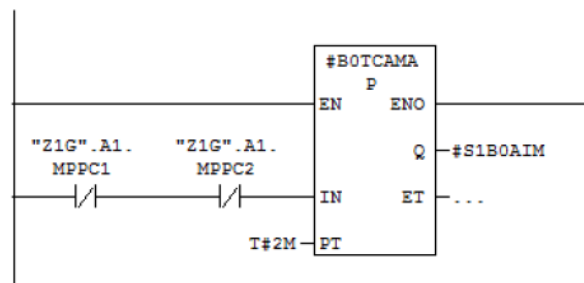


Imagen 5.10. Falta de pieza de la zona TV2\_Z1

Las variables de los AGV tienen la particularidad de que son locales al AGV debido a que la variable global no estaba declarada en modo escritura y no estaba marcando este tiempo de estado.

- *Descontenerizado sin punto de recalage.* Estas zonas son las menos comunes en el taller, ya que normalmente las zonas de descontenerizado coinciden con un lanzamiento de pieza. Las condiciones para los tiempos de estado inducidos se simplifican tal y como se aprecia en la imagen 5.11.

Segm. 18 : ESPERA PIEZA MUEBLE (AIM)



Segm. 21 : SATURACIÓN

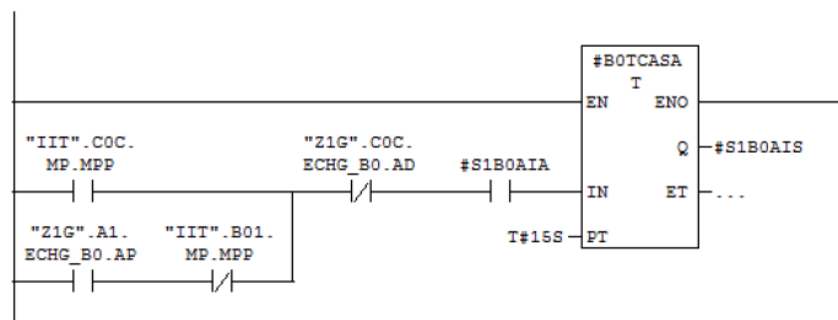


Imagen 5.11. Falta de pieza y saturación de la zona TV2\_Z1

Las condiciones de falta de pieza solo contemplan la existencia de piezas en las columnas del AGV y las condiciones de saturación contienen únicamente condiciones del robot y de la garra.

- *Flujo regular.* Estas zonas se caracterizan por tener un aporte de piezas a través de un mueble proveniente de una zona anterior en el flujo de fabricación (Imagen 5.12).

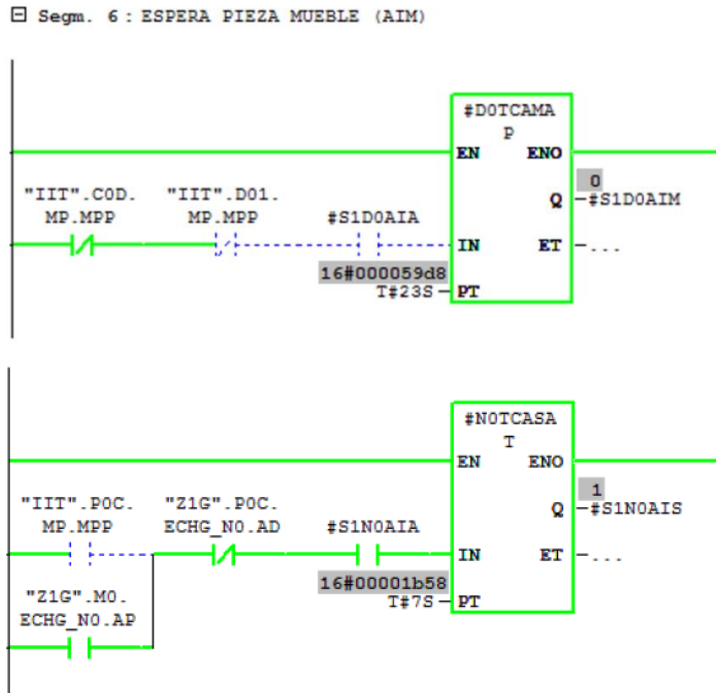


Imagen 5.12. Falta de pieza y saturación de la zona SB2\_Z1

En este tipo de zonas la falta de pieza y la saturación están en módulos distintos. Sus condiciones hacen referencia a las condiciones de los respectivos módulos cuando se dan los tiempos de estado inducido.

**Corrección de la temporización del bloque de programación**

La temporización del bloque de programación estaba codificada con la variable “#TCA”. Esta la coge directamente de SMP y la divide entre diez para dejarla en la unidad en la que trabaja el software. Este TCA tiene un valor de 48 segundos, que es muy elevado. Lo acordado en la primera fase del proyecto es que esta temporización fuera de cuatro segundos para dar un pequeño margen para salvar las “Micro-paradas”.

Este cambio se hace conjuntamente con la modificación de las condiciones de entrada al bloque de programación. En la imagen 5.13 se muestra la falta de pieza en el módulo B0 de la zona RF2\_Z1.



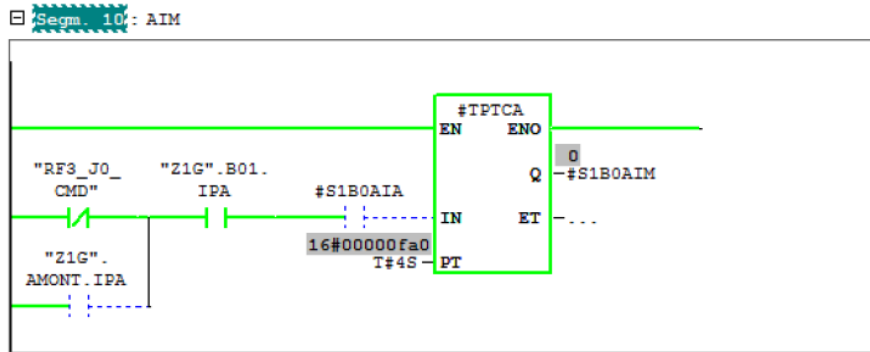


Imagen 5.13. AIM de la zona RF2\_Z1

### Averías especiales

En este apartado se van a describir los fallos que se han dado en alguna zona de manera puntual. Estos fallos se salen del estándar de programación Renault. Algunos fallos tienen que ver con los tiempos de estado, incluidos los que nos proporciona internamente el módulo, y otros están relacionados con el conteo de piezas que realiza una zona.

#### Contadores de piezas

Los contadores de piezas no son un valor interno que genere el módulo, sino que es un simple contador que diferencia las diversidades de las piezas que pasan por la zona. Este contador está programado en el último módulo de la zona, que suele ser un robot que deja la pieza fabricada en un mueble y que cada vez que realiza un ciclo suma uno en el contador de la pieza que acaba de fabricar.

En la imagen 5.14 se ve el ejemplo del segmento donde está programado el contador de piezas de la diversidad "HJB TH DG". Este contador está formado por un bloque estándar Renault "CPTPIECE2" cuya función es sumar uno al valor que tenga en la salida cuando todas sus entradas están a uno.

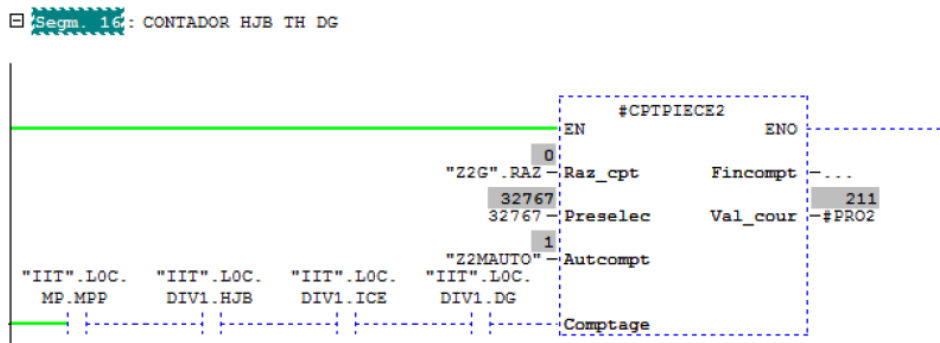


Imagen 5.14. Contador de producción de una diversidad

Este bloque consta de varias entradas:

- Condiciones que identifican la diversidad. Entrada “Comptage”.
- Variable que nos indica si la zona está en modo automático. Entrada “Autocompt”. Debe estar a uno para que cuente pieza.
- Un número máximo de piezas a modo de protección si alguna variable se queda enclavada. Entrada “Preselec”.
- Variable que se activa cuando el módulo termina un ciclo correctamente. Entrada “Raz\_cpt”.

También consta de dos salidas: “Fincompt”, que no está programada, y “Val\_cour”, que es el contador propiamente dicho con la variable asociada a la diversidad “#PRO2”.

Los fallos relacionados con el contaje de piezas detectados a lo largo de este proyecto han sido de tres tipos:

- Duplicar la cuenta de una diversidad en otra (Imagen 5.15).

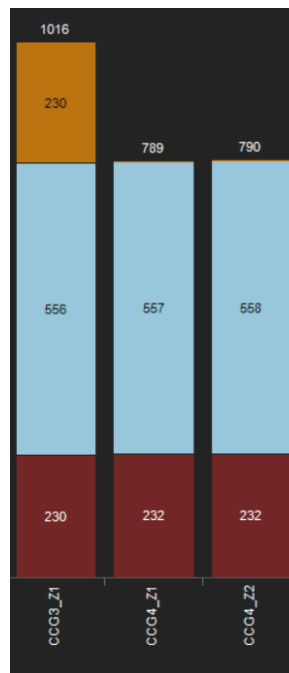


Imagen 5.15. Zonas de la isla CCG con una duplicación de contaje en una diversidad

- No contar una diversidad (Imagen 5.16).

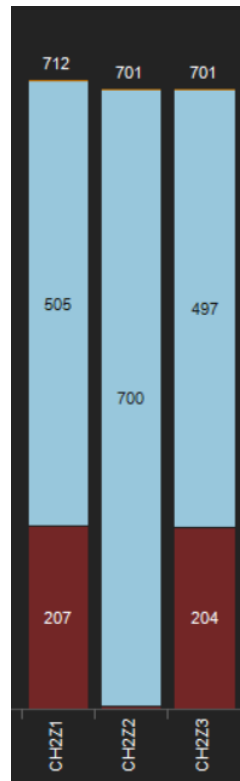


Imagen 6.16. Mal conteo de las piezas de una diversidad en la isla CH2

- Mal conteo del número de piezas fabricadas de una diversidad concreta (Imagen 5.17).

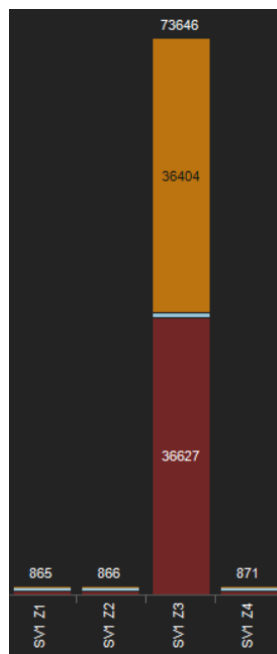


Imagen 5.17. Contaje irreal en la zona SV1\_Z3

Todos estos problemas tenían un denominador común y es que mezclaban los números con los que se codifica la diversidad de las piezas. Por cada diversidad de pieza que pasa por la zona hay un segmento de programación como el de la imagen 5.14, pero cambian los números de las diversidades y los nombres de las condiciones que identifican la diversidad.

Para solucionar los fallos arriba planteados lo que se ha hecho es tomar como referencia un segmento que estuviera funcionando correctamente y copiar su configuración en las diversidades que daban los fallos.

*AIA*

Estos tiempos de estado tienen dos causas totalmente diferentes: unas son debidas a piezas mal posicionadas u olvidadas en montajes E/S de piezas manual a la zona (Imagen 5.18), y otras se deben a esperas por la OF de Siptol (Imagen 5.19).

En la imagen 5.18 se ve el bloque de programación de un punto de Recalage en un montaje, un punto donde se comprueba la OF de la pieza a fabricar y la OF de la pieza que se está fabricando. Si la OF a fabricar no llega, la variable “#S1GORATCAL” se pone a uno y se codifica como AIA.

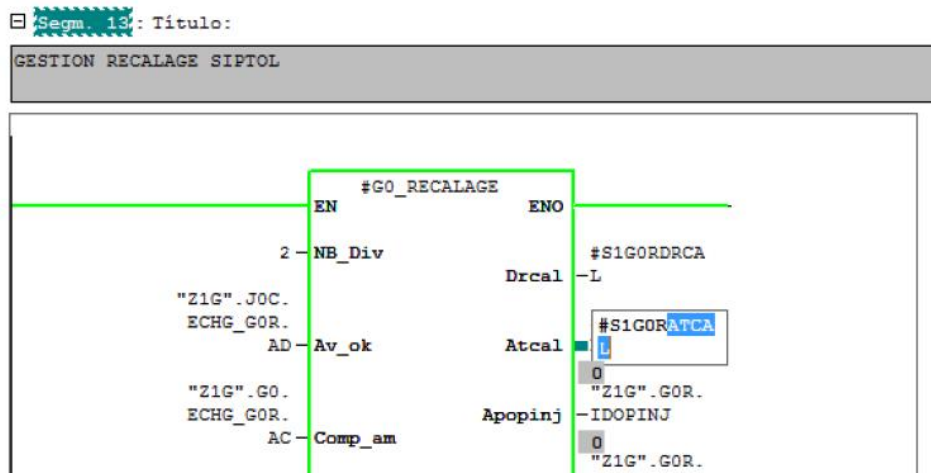


Imagen 5.18. Programación del bloque robot de un punto de Recalage

Este tiempo de estado ya está codificado como una falta de pieza en el robot que coge la pieza de dicho montaje, por lo que los tiempos de estado no son correctos. Lo que se ha hecho para solucionar este fallo es capturar la variable “#S1GORATCAL”, ya que ese tiempo de estado está programado en el robot como AIM.

En la imagen 5.19 se ve el bloque de programación de montaje E/S de pieza manual a una zona. Un montaje E/S tiene la función de introducir o sacar una pieza manualmente. Cuando hay que sacar una pieza, el robot la deja en el montaje y lanza un aviso para que el equipo de mantenimiento la quite. Si, por el contrario, se introduce la pieza, se hace a mano y se le da la orden al robot para que la coja del montaje.

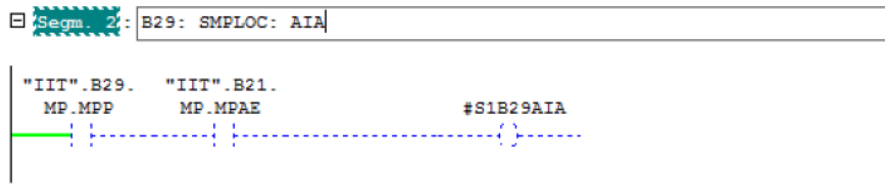


Imagen 5.19. AIA en un montaje de E/S

La corrección que se ha introducido es añadir una condición a la AIA que es la condición de que la garra del robot tenga la necesidad de evacuar la pieza mediante la variable “ITT”.B21.MP.MPAE que es la encargada de dicha información.

*APF zonas de descontenerizado*

En las premisas dispuestas en la primera fase del proyecto se acordó que el tiempo de estado debido a una parada funcional (APF) estaba bien programado, ya que es un tiempo de estado que genera el programa robot de los módulos.

Este apartado surge cuando después de muchas modificaciones en la programación del autómatas no se consigue fiabilizar los datos de la zona en cuestión. Después de un exhaustivo estudio se ha detectado una APF muy repetitiva y de muy corta duración en algunos módulos que cogen piezas de AGV como muestra la imagen 5.20.

Nombre, Duration (min), TMP, % Nombre, % Duration per Events				
Events	Nombre	Duration (min)	TMP	% Nombre
Z3: B1 Parada propia funcional	203	34,69	0,17	57,51
Z3: B2 Parada propia funcional	150	23,62	0,16	42,49
<b>Total general</b>	<b>353</b>	<b>58,31</b>	<b>0,17</b>	<b>100,00</b>

Imagen 5.20. APF de la zona SV2\_Z3 módulos B1 y B2

Al ser un tiempo de estado intrínseco al módulo se ha tenido que recurrir al experto en robótica del departamento y se ha visto que los módulos B1 y B2 lanzan una APF cuando le restan tres piezas por coger del AGV.

Se ha expuesto este punto a los demás integrantes del proyecto, junto con el experto robótico, y se ha acordado que no debe aparecer este tiempo de estado ya que es un tiempo de estado no productivo y durante su activación la zona trabaja de forma correcta.

La solución correcta es anular este tipo de APF en el aplicativo Renault (Imagen 5.21) del robot o cambiar la severidad de la APF. Ante la imposibilidad de probar esta modificación en el robot del aula de formación, se ha decidido capturar el defecto hasta que se pueda probar la solución correcta (Imagen 5.22).

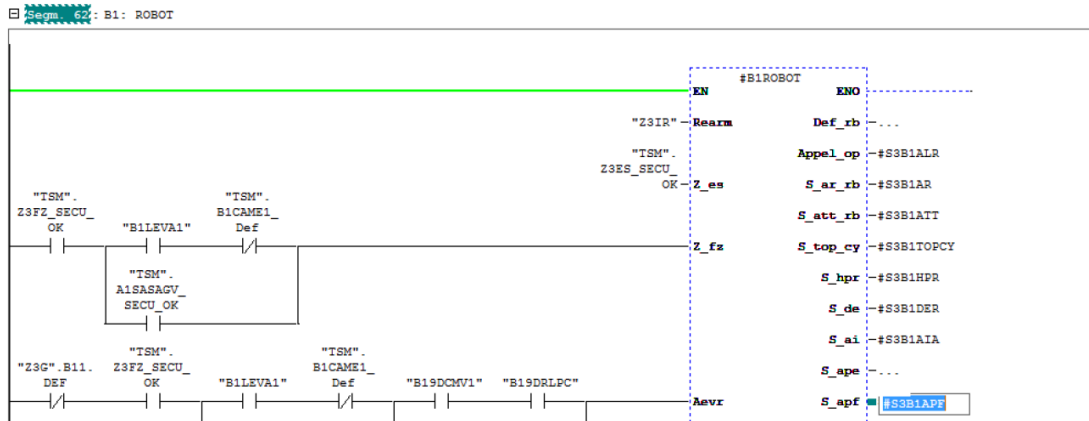


Imagen 5.21. Bloque de programación del robot con todas las variables que genera internamente su aplicativo

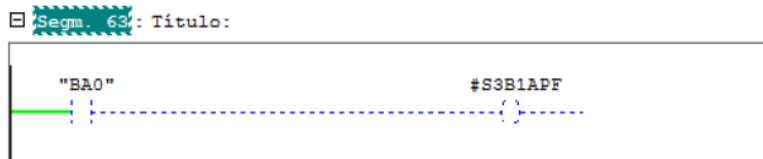


Imagen 5.22. Solución mediante la anulación de la APF

*AIO*

Este tiempo de estado se corresponde con una falta de pieza provocada por la carga operario. Este tipo de tiempo está codificado en las zonas donde un operario es el encargado de introducir piezas a una zona.

La manera en la que un operario introduce una pieza en una zona es colocando estas en un montaje. El proceso es el siguiente: primero la cortina de protección entre el operario y la instalación se abre cuando el usuario debe cargar una pieza; después, el operario procede a situar la pieza o piezas en el montaje; y, por último, cuando termina de colocarlas valida su acción para que esa pieza se trabaje dentro de la zona.

Este tiempo no está mal codificado como tal pero el director del proyecto ha dado la premisa de que las faltas de pieza se tienen que codificar como una AIM y deben estar programadas en el primer robot de las zonas. El segmento de programación que contiene las condiciones para que se dé una AIO (Imagen 5.23) está programado en la FB de la cortina de protección.

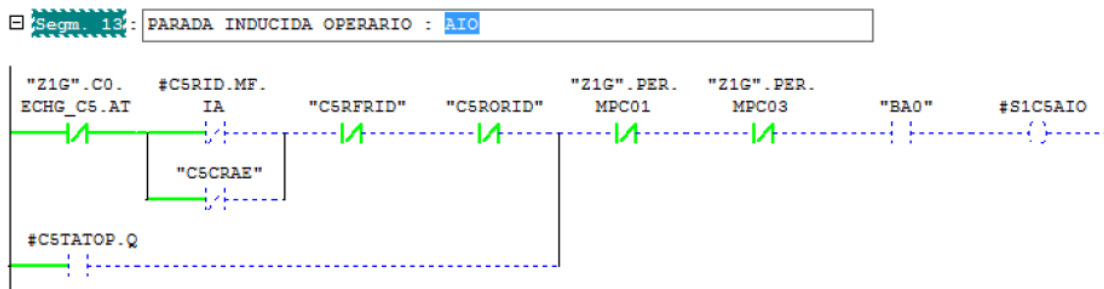


Imagen 5.23. Segmento con condiciones de una AIO anulada

Para solucionar este problema de duplicación de tiempos de estado se optó por anular la variable que contiene la información de la AIO (#S1C5AIO), porque ese tiempo de estado ya está programado en el primer robot de la zona como una AIM.

### Correcciones especiales

Las correcciones especiales se refieren a correcciones fuera del estándar de programación que hemos definido en la primera fase del proyecto. Hay dos correcciones especiales que se salen del estándar: la temporización de los bloques de programación y los bloques de programación estándar Nissan.

#### *Temporización bloques de programación*

Esta corrección surge de la incapacidad de no conseguir fiabilizar los datos de algunas zonas manteniendo la temporización acordada por el equipo de desarrollo del proyecto en la primera fase de este.

La solución para este problema pasa por que los tiempos de estado cambien una vez superado el tiempo de cadencia de la isla, es decir, si un módulo tarda en hacer sus funciones 25 segundos, la temporización del tiempo de estado inducido programado en un módulo será de 48 segundos del tiempo de cadencia menos los 25 segundos que tarda en realizar su operación (Imagen 5.24).

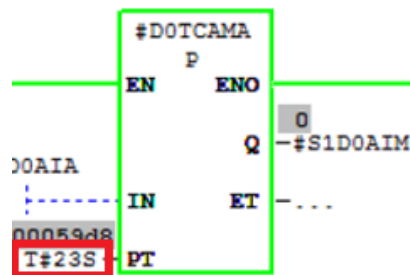


Imagen 5.24. Temporización de 23 segundos en una AIM

A esta solución se ha llegado de casualidad gracias a una reunión improvisada con el experto en programación de SMP, Phillippe Lefrancois, quien nos dio esta solución que ha terminado siendo un éxito.

Para hallar el tiempo que tarda un módulo en realizar sus operaciones (TCY) y poder hacer la resta antes comentada se debe seguir un proceso de prueba y error porque el TCY varía unos segundos arriba o abajo dependiendo del ciclo que se cronometre.

El valor de partida del TCY se obtiene de la pestaña TCY de la aplicación, la cual tiene una visualización que reporta este valor haciendo una media de los últimos diez ciclos (TCY\_PROP\_MINI). Antes de poner este valor en la programación se comprobará su veracidad mediante varias medidas *in situ* y, posteriormente, se modificará en el programa como se ve en la imagen 5.24.

Una vez modificada la temporización hay que observar la posible oscilación del *datas quality* durante varios días ya que la temporización modificada es un media. Estas oscilaciones se corrigen modificando la temporización hasta que la oscilación del *datas quality* es aceptable. En la imagen 5.25 se ve esta oscilación.

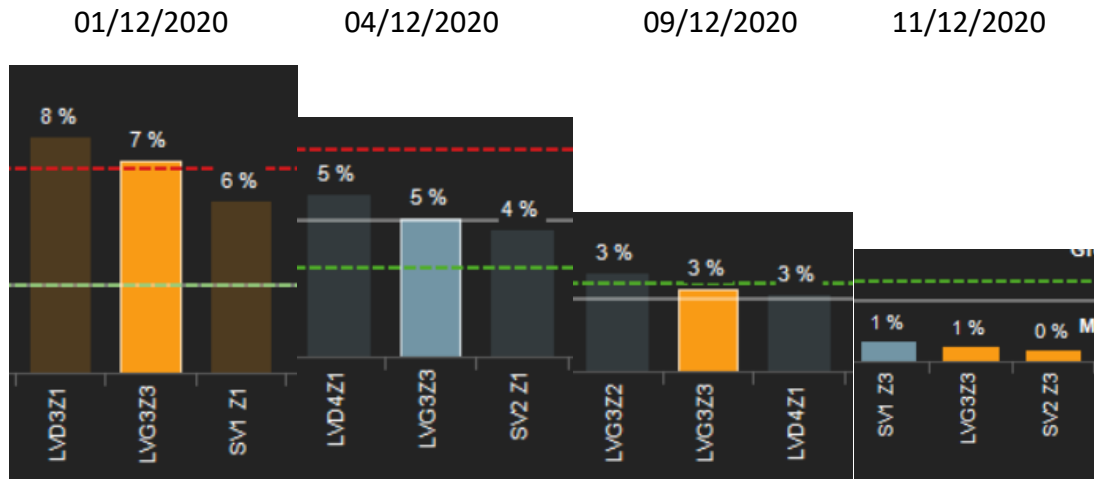


Imagen 5.25. Oscilación Datos Quality de la zona LVG3\_Z3 en un periodo de 10 días

Estas oscilaciones, junto con las temporizaciones de los tiempos de ciclo se ha documentado en un Excel (Imagen 5.26). Esto se está haciendo no solo para tener un registro histórico, sino también para que en una segunda fase de este proyecto estos tiempos pasen a ser el tiempo de cadencia de las zonas programado en SMP99.

Perímetro	Zona	Módulo	Parada	Temporizaci	Data Quali	Tipo	Fecha
UAR	LR1_Z1	CO	AIM	4	5%	M	01/12/2020
UAR	LR1_Z1	DO	AIM	4	5%	M	01/12/2020
UAR	LR1_Z1	LO	AIS	4	5%	M	01/12/2020
UAR	LR1_Z2	M0	AIM	4	1%	M	01/12/2020
UAR	LR1_Z2	M0	AIS	11	1%	M	01/12/2020

Imagen 5.26. Cabecera del Excel de registro de TCY y oscilaciones de datas quality

*Bloques de programación con estándar Nissan*

La naturaleza de esta corrección viene porque una isla del taller (*Main Floor*) está programado con un estándar de programación diferente, el estándar Nissan, que viene heredado de la absorción de Nissan por el Groupe Renault.

Este estándar se programa con el mismo software que el estándar Renault (SIMATIC-S7) pero con bloques y variables totalmente diferentes. Existe, además, alguna variación muy leve en cuanto a la lógica de programación (Imagen 5.27).



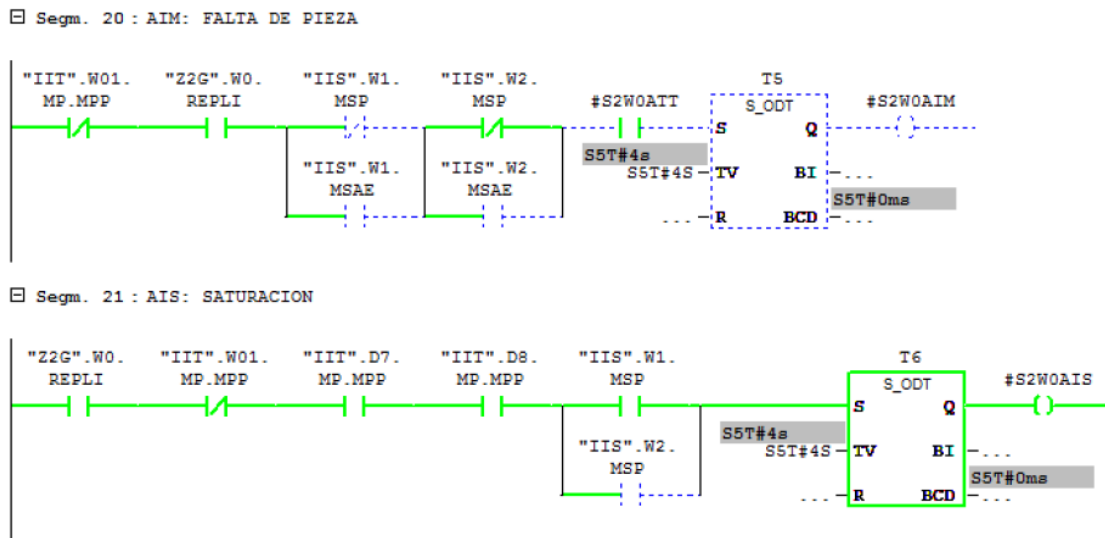


Imagen 5.27. AIM y AIS programadas bajo el estándar Nissan

A efectos prácticos, y en lo que incumbe a este proyecto, la diferencia recae en el nombre de las variables y en los bloques de temporizado que en este caso siguen el estándar Nissan.

Para corregir los errores que se han encontrado en esta isla ha sido preciso consultar la documentación de este estándar ya que al cambiar el nombre de las variables no se sabía bien a que correspondían.

## 5. Análisis de resultados y corrección de las posibles situaciones futuras

Este último apartado está fundamentado en que esta aplicación, cuando esté finalmente optimizada, va a ser utilizada a diario por diferentes equipos. Por tanto, esta aplicación va a estar en continuo desarrollo y modificación, ya que cada persona que la explote tendrá la necesidad de ver unas cosas u otras.

Las modificaciones también dependerán de lo que suceda en el taller. Por ejemplo, ahora se están produciendo problemas con la falta de pieza provocadas por la carga de piezas de los operarios y se necesita visualizar más claramente esos tiempos de estado. En una época posterior igual surgen problemas con la saturación de las zonas y se necesitará ver más gráficamente esa saturación, etc.

La aplicación no tiene límite de pestañas por lo que, siempre que se pueda crear la visualización necesaria y si el director del proyecto está de acuerdo, se hará. En cuanto a los datos no hay problema porque todos los datos al final salen de los módulos de las zonas; la única condición exigible es que deben estar bien programados.



# ***CAPÍTULO 6***

---

---

# ***RESULTADOS***



## 1. Introducción

La pregunta básica a la que responde este capítulo es *¿qué se ha conseguido con esta investigación?* En respuesta a esta cuestión, se ha logrado cumplir los objetivos y la puesta en funcionamiento de una potente herramienta de análisis de datos.

A finales del mes de agosto, cuando el jefe adjunto del departamento presentó el desarrollo de este proyecto y formó el equipo que lo iba a llevar a cabo, se establecieron dos objetivos muy marcados: fiabilizar los datos que reporta el taller y adaptar las visualizaciones al departamento.

El objeto de este capítulo es presentar los resultados obtenidos del desarrollo global del proyecto. Estos resultados se van a presentar en forma de imágenes extraídas de la propia aplicación y se comentarán las diferentes modificaciones realizadas para llegar a los datos que muestran las visualizaciones o a las propias visualizaciones.

Todas las visualizaciones que se muestran en este capítulo corresponden a los datos del jueves 10 de diciembre del 2020. Se ha escogido esta fecha porque es el último día que he estado en la fábrica.

## 2. Fiabilización de datos

Como ya se ha comentado a lo largo de este proyecto, el nivel de fiabilidad de los datos que maneja la aplicación es un aspecto fundamental ya que, sin él estos datos no servirían. El nivel de fiabilidad lo aporta la pestaña *“Datos Quality”* y, más concretamente, la visualización *“Ecart de Pertinence de Données”*. Este nivel de fiabilidad se muestra mediante un porcentaje que es el resultado de la fórmula *Datas Quality* expuesta en el segundo capítulo, fórmula 2.1.

El ingeniero junior se ha encargado de revisar todos los días, en el período de desarrollo, la fiabilidad de los datos a fin de verificar que los porcentajes no oscilaban y que no se había desconfigurado la programación de ninguna zona.

En la imagen 6.1 se muestra la visualización *“Ecart de Pertinence de Données”* del P1 BR. Se ve que el porcentaje de fiabilidad de los datos de todas las zonas están por debajo del objetivo (7%). El mayor porcentaje es del 5% y la media de todas las zonas que conforman este perímetro es de 2,9%. Por lo tanto, el objetivo de este perímetro está más que superado.

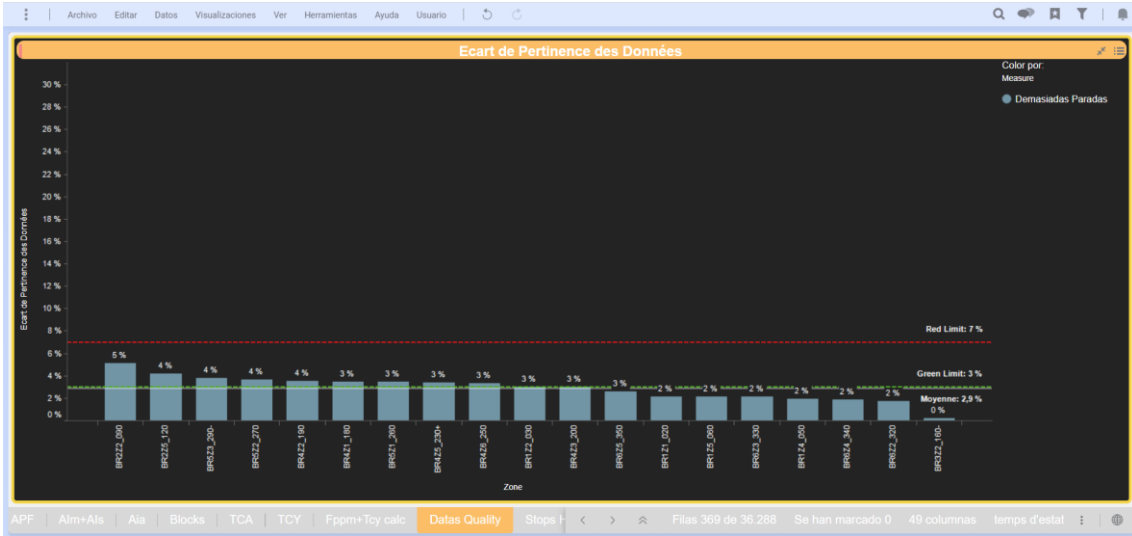


Imagen 6.1. Visualización Datos Quality del PIBR

Los perímetros que conforman el P1 son muy estables en cuanto a la variación de estos porcentajes debido a su filosofía de producción. En los porcentajes del P1CS (Imagen 6.2) se ve como hay dos que están por encima de la media. Estas dos zonas son la cabina láser (CS41\_Z1) y la zona donde se ensambla la base rodante con los lados de caja (CS122\_050+).



Imagen 6.2. Visualización Datos Quality del P1CS

La cabina láser es una zona muy particular ya que consta con una mesa elevadora a mayores y la operación que realiza ha de hacerse en una cabina estanca para garantizar su calidad. Esto se traduce en una dificultad añadida a la hora de programar sus tiempos de estado y, por tanto, en una menor fiabilidad de sus datos que ronda el límite del objetivo con un 6%.

En cuanto a la otra zona de ensamble, su funcionamiento es muy parecido al del *Main Floor*, ya que une tres grandes piezas. Esta operación implica a muchos módulos y

muchas operaciones que no son fáciles de prever y, por tanto, no son fáciles de programar. Por este motivo el nivel de confianza de los datos que reporta también está en el límite del objetivo.

Hablando de otros datos menos relevantes que nos aporta la visualización de la imagen 6.2, se tiene que la media de este perímetro es muy baja (2%) y que más del 80% de las zonas que conforman el perímetro están por debajo del 3%, lo que implica un nivel de confianza óptimo.

Una vez fiabilizado el Perímetro 1, se pasa a fiabilizar los diferentes perímetros que forman las preparaciones de la Base Rodante. Las islas que forman estos perímetros tienen una filosofía de producción diferente a las del P1 y lo más importante es que entre ellas esta filosofía también es diferente. Este hecho dificulta mucho el trabajo ya que hay que programar desde cero prácticamente todas las islas.

El punto de partida de todas las zonas que forman las islas de las preparaciones BR era bastante desastroso, pues el 90% de las zonas estaban por encima del objetivo. Esto eleva el número de zonas fuera del objetivo a 40, con algunas de ellas por encima del 40% de desviación.

En la imagen 6.3 se muestra el resultado tras fiabilizar el *Unit AR*. Como ya se ha comentado en las preparaciones BR, la oscilación de estos porcentajes es mayor que en el P1. El día de la toma de datos las zonas de este perímetro tuvieron un comportamiento normal ya que la zona con mayor porcentaje fue la LR2\_Z1 con un 4% y la media fue de 1,7%.



Imagen 6.3. Visualización Datos Quality del Unit Arrière

Las zonas del *Unit Central* y el *Main Floor* eran las que menores porcentajes presentaban, pero resultó especialmente laborioso conseguir que la isla TVE estuviera por debajo del objetivo. El problema de esta isla radicaba en la APF repetitiva de los módulos de descontenerizado que se expuso en el capítulo 5, APF.

Una vez solucionado ese problema, el nivel de fiabilización pasó a ser óptimo. En la imagen 6.4 vemos las zonas de estos dos perímetros y en la cual la SCZ1 es la única zona por encima del 3%, elevándose hasta un 5%.

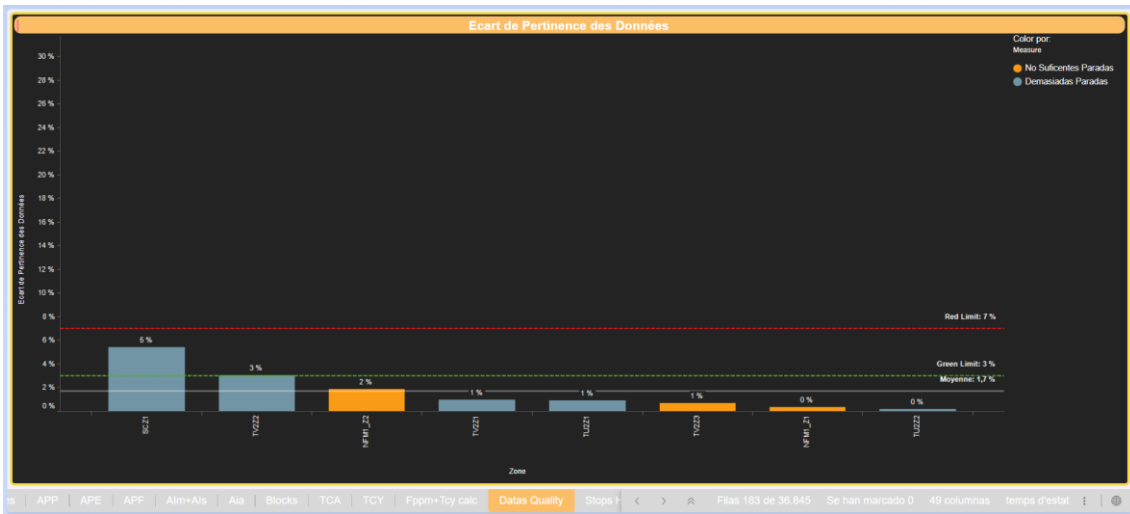


Imagen 6.4. Visualización Datos Quality del Unit Central y Main Floor

A pesar de ser los perímetros más complicados de fiabilizar del taller, el resultado final ha superado con creces las expectativas y el nivel de fiabilización es el mejor de todos los perímetros del taller.

Por último, se fiabilizó el *Unit Avant*, que es el perímetro con mayor número de zonas del taller y el que peores porcentajes presentaba con una media de sus zonas superior al 40%. Estos porcentajes tan elevados se deben a un tipo de tiempo de estado cuyas condiciones se cumplen mientras la zona está funcionando correctamente. Son sencillos de detectar porque hay una gran diferencia entre las piezas fabricadas y el tiempo de buen funcionamiento de dicha zona.

En el transcurso de la fiabilización de este perímetro se encontró como solución modificar las temporizaciones de los tiempos de estado. Una vez corregidas las condiciones para que se dé un tiempo de estado, solo había que modificar las temporizaciones para entrar en el objetivo.

Estas temporizaciones tenían el inconveniente de que los módulos no son siempre regulares al realizar las operaciones. Este hecho deparó en un estudio pormenorizado de los tiempos de ciclo de todas las zonas de este perímetro y se llegó a extender a los demás perímetros de las preparaciones BR.

En la imagen 6.5 se puede apreciar el resultado del día que se tomaron los datos. En este perímetro es en el que más variación había de un día para otro. Hasta la fecha no se ha encontrado el motivo exacto a esta variación, pero se trabaja en averiguarlo.



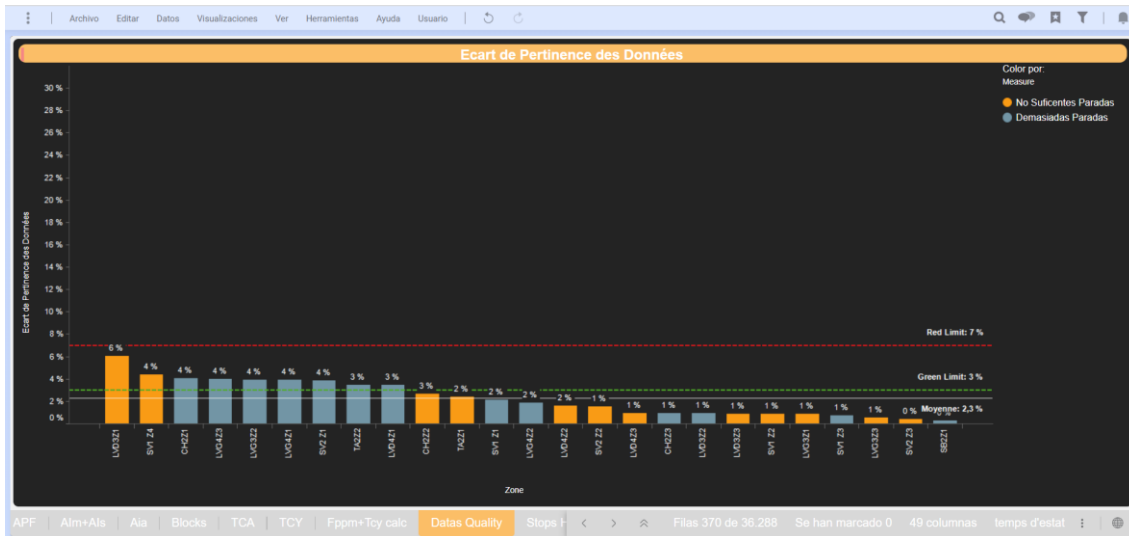


Imagen 6.5. Visualización Datos Quality del Unit Avant

### 3. Adaptación de las visualizaciones al departamento

En este apartado se van a mostrar todas las pestañas que se han modificado a lo largo del desarrollo del proyecto. Hay una serie de pestañas que no se han cambiado ya que su configuración se adaptaba perfectamente a las necesidades del departamento.

También hay pestañas que se han eliminado y, por tanto, no se muestran como resultado del desarrollo porque su contenido no era relevante para la utilidad que se le va a dar a la aplicación dentro del departamento. En las imágenes 6.6 y 6.7 se muestra una comparación del antes y el después, respectivamente.

✓ Sélection	APP	TCY
P-Ro90 P1	APE	Data Quality
P-Ro90 NSL	APF	Fppm+Tcy calc
P-Ro90 Units	Alm + Als	Blocks
ViTESS	Aia	Temporisations
Stop Times	BFON	Modules Config

Imagen 6.6. Lista de pestañas originales

✓ Selection	APP	TCY
P1	APE	Fppm+Tcy calc
MF	APF	Datas Quality
UAR	Alm+Als	Stops HJB
UCTL	Aia	Timings
UAV	Blocks	BFON
LdC	TCA	Cadre Magic
Stop Times		GRM

Imagen 6.7. Lista de pestañas actuales

Los cambios se han hecho en visualizaciones de tiempos de estado, en visualizaciones de producción, en visualizaciones de tiempos de ciclo y se han creado nuevas visualizaciones y pestañas. A la hora de realizar los cambios en la interfaz de la aplicación se ha seguido el mismo orden que en la fiabilización de los datos.

Las visualizaciones que no se han modificado han sido: Selection, APP, APE, APF, Alm+Als, AIA, Blocks, Fppm+Tcy calc, Stops HJB, Timings, BFON y Cadre Magic.

En la imagen 6.8 se observa la visualización de los tiempos de estado del P1BR, en la que se han ordenado sus zonas de acuerdo con el flujo que siguen las piezas y se han eliminado las cinco últimas zonas, que hacían referencia a los stocks y no aportaban información.



Imagen 6.8. Pestaña P1, visualización BR

Las modificaciones realizadas en la visualización del P1CS (Imagen 6.9) son del mismo tipo que las realizadas en el P1BR, ya que presentaban el mismo problema. Otra modificación que se realizó en la pestaña P1 fue un ajuste en el Top de zonas más penalizantes para que este seleccionara tres zonas en vez de una sola.

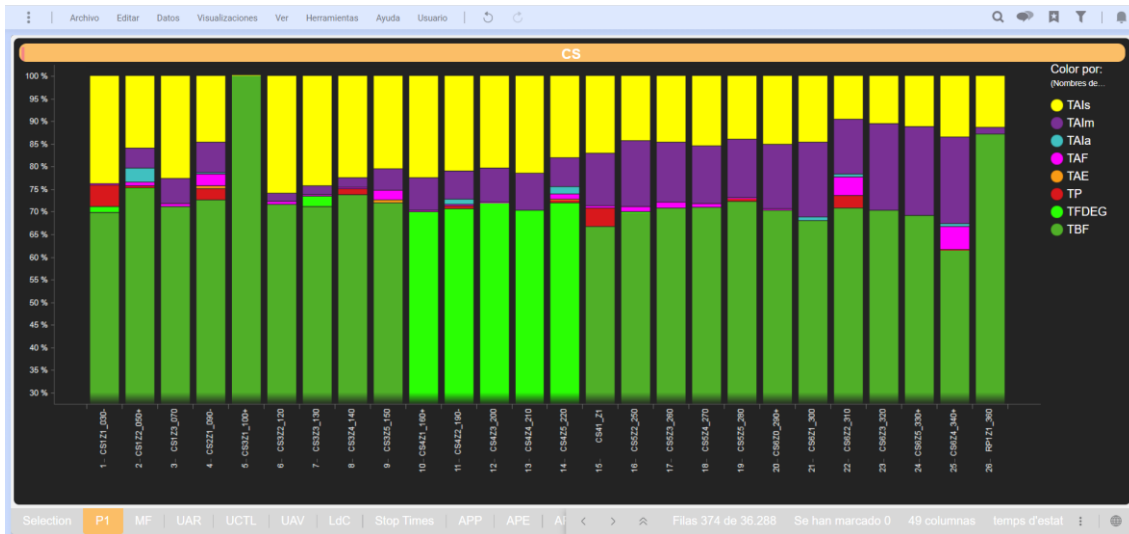


Imagen 6.9. Pestaña P1, visualización CS

En el caso de los “Units”, se encontraban agrupados en dos pestañas: una pestaña (P-Ro90 Units) que contenía el UAR, UCTL y MF, y otra (ViTESS) que contenía el UAV y Lados de Caja. La visibilidad de los tiempos de estado de las zonas era muy reducida ya que había demasiadas para una sola pestaña. Por este motivo se decidió separar los “Units” y los Lados de Caja.

La pestaña del “Unit AR” se ha creado nueva al separar los “Units”. Se ha reordenado el flujo de las zonas que no era el correcto y se ha añadido el Top de zonas más penalizantes que existía en la pestaña P1, además de una visualización con múltiples accesos directos a un análisis más detallado de los diferentes tiempos de estado. El resultado final de las modificaciones se muestra en la imagen 6.10.



Imagen 6.10. Pestaña UAR

El “Unit Central” se encontraba en la misma situación, por lo que creó una nueva pestaña para él. En esta pestaña se añadió el Top de zonas más penalizantes y la visualización con múltiples accesos directos al análisis más detallado de los diferentes tiempos de estado. El resultado final se muestra en la imagen 6.11.

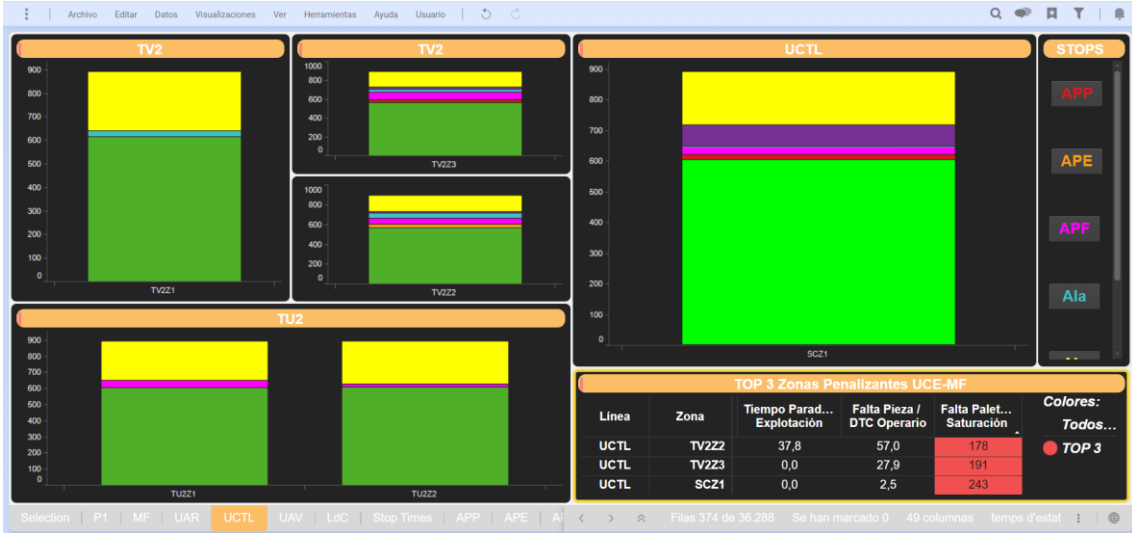


Imagen 6.11. Pestaña UCTL

Respecto al “Main Floor” (Imagen 6.12) sucede lo mismo que en los dos casos anteriores, con la pequeña diferencia de que solo lo forman dos zonas y, por tanto, el Top de zonas más penalizantes ahora solo destaca una sola zona.



Imagen 6.12. Pestaña MF

Por último, el “Unit Avant” se encontraba en una pestaña junto a visualizaciones de Lados de Caja. El principal inconveniente era la visibilidad de los tiempos de estado de las zonas y otro inconveniente era que estos dos perímetros pertenecían a talleres diferentes.

Como en los casos anteriores se creó una pestaña nueva (Imagen 6.13) en la que se reordenaron las visualizaciones de acuerdo al flujo de las piezas y se añadió el Top de zonas más penalizantes, así como la visualización de accesos directos al análisis detallado de los tiempos de estado.



Imagen 6.13. Pestaña UAV

Una vez modificadas y aceptadas las visualizaciones de tiempos de estado, se realizaron cambios en las visualizaciones referentes a la producción de piezas de la pestaña “Datos Quality”. El problema de esta visualización es la diversidad de las piezas fabricadas; estas diversidades se elevan a más de 40 y en algunas zonas se siguen realizando piezas del modelo anterior, lo que suma 10 diversidades más a las mencionadas anteriormente.

Se necesita conocer la diversidad de una pieza ya que esta marca la forma en la que se va a fabricar. Por ejemplo, la diversidad “PHEV” lleva un mayor número de piezas en el “Unit AR” para aguantar el peso de la batería; el cordón de soldadura que se da en la cabina láser depende del tipo de techo que lleve el coche, etc.

Lo que realmente interesa de las diversidades es saber el tipo de motorización y no así el color, bitonalidad o si es de conducción a derechas o izquierdas. Para solucionar este hecho se ha modificado la programación de la propiedad “Colors” que ejercía de filtro. La modificación consistió en agrupar las diversidades según la motorización del coche que se fabrique, de tal modo que de las 50 diversidades del principio se ha pasado a tener solamente siete diversidades.

De estas ocho diversidades cuatro son realmente motorizaciones del HJB: una es para las piezas del modelo antiguo (J87) y las tres restantes son diversidades genéricas que no se pudieron agrupar.

En la imagen 6.14 se muestra la visualización referente a la producción en el P1 BR durante los turnos de mañana y tarde. En ella se aprecia, a través de los colores de las columnas, las diferentes diversidades que se han fabricado en esta zona. Cabe destacar que en el P1 no hay prácticamente stocks entre zonas, por lo que el número total de piezas fabricadas no varía entre el principio y el final de este perímetro.

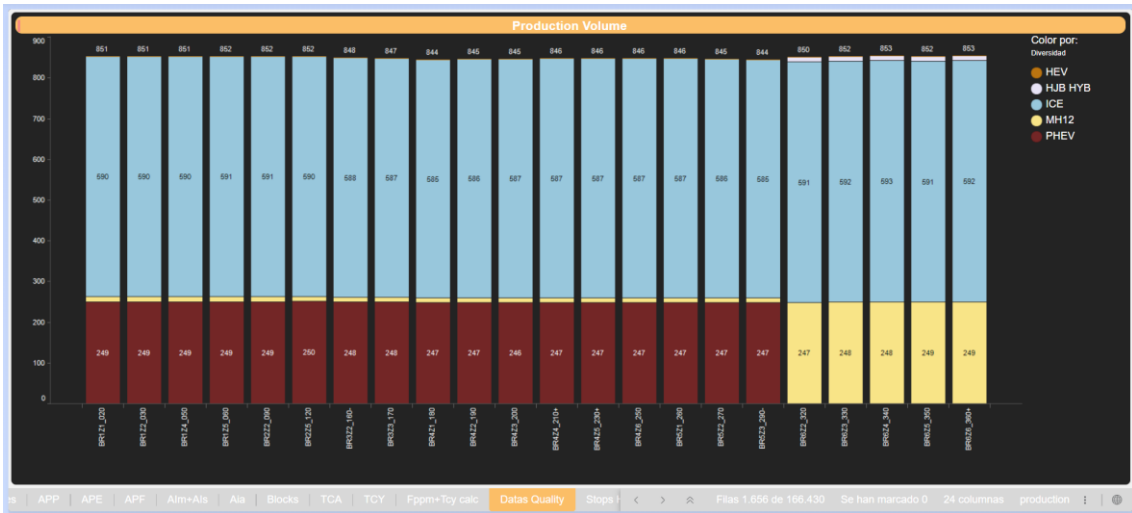


Imagen 6.14. Visualización de producción del PIBR

Una de las diversidades genéricas es “HJB”. Se ha denominado así a las diversidades que varían el tipo de techo. En el P1CS (Imagen 6.15) las operaciones que se realizan sobre una pieza varían según el tipo de techo y no según la motorización. Por este motivo se ha decidido establecer una diversidad genérica para este tipo de variación.

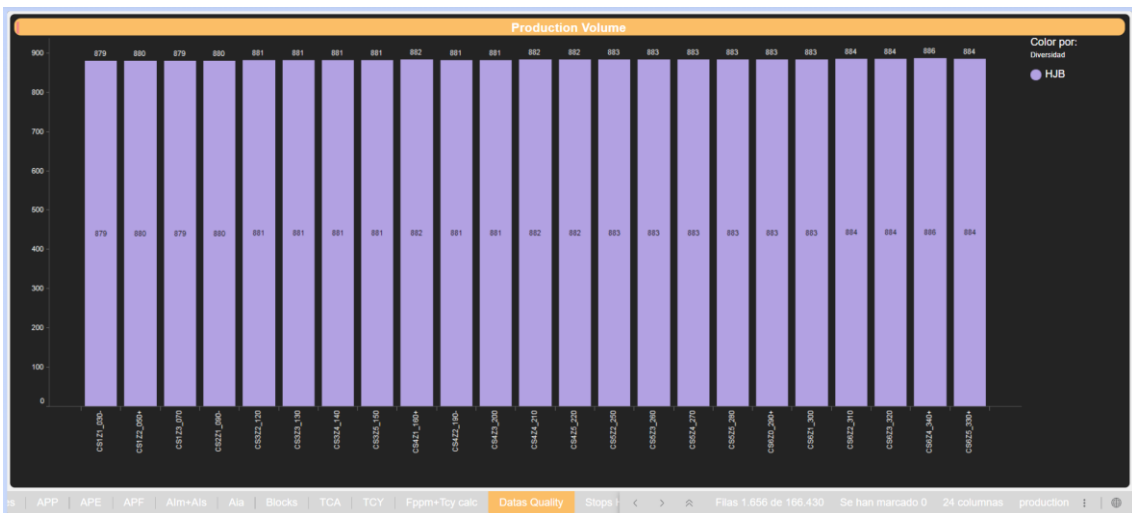


Imagen 6.15. Visualización de producción del P1CS



En la segunda fase del análisis se cambia la variable a estudiar y esta pasa a ser el tiempo de ciclo y de cadencia. El resultado de las modificaciones hechas en la pestaña TCY se ve en la imagen 6.18. Se ha cambiado la forma de seleccionar la zona a mostrar, se ha eliminado una visualización cuya variable no era necesaria y se ha cambiado el formato de las demás visualizaciones de la pestaña.



Imagen 6.18. Pestaña TCY

La visualización inferior de la pestaña es la más importante ya que marca el tiempo de ciclo de cada módulo dividido por la diversidad de la pieza que está fabricando. Las demás nos indican el porcentaje de piezas que se realizan de cada diversidad para poder saber qué operación atacar en primer lugar.

Ante la necesidad del estudio de los tiempos de cadencia de las zonas, se planteó la creación de una pestaña que graficara dicha variable. Esta pestaña consta de dos visualizaciones: una en la que se puede seleccionar el perímetro y otra en la que se muestran en columnas el valor de los tiempos de cadencia (TCA Calc) de cada zona del perímetro seleccionado, además de una línea horizontal a modo de objetivo. El resultado de esta pestaña se muestra en la imagen 6.19.

Por último, se consideró la petición por parte del fiabilista del taller de Chapa 2 de tener una pestaña para hacer un análisis rápido de las faltas de pieza de los perímetros de las preparaciones BR. El proceso de creación de esta pestaña se ha explicado en el apartado 5.6 del capítulo 5. El trabajo de construcción de esta pestaña ha sido bastante laborioso ya que se ha creado desde cero y sin ningún precedente. En la imagen 6.20 se ve el resultado del diseño.



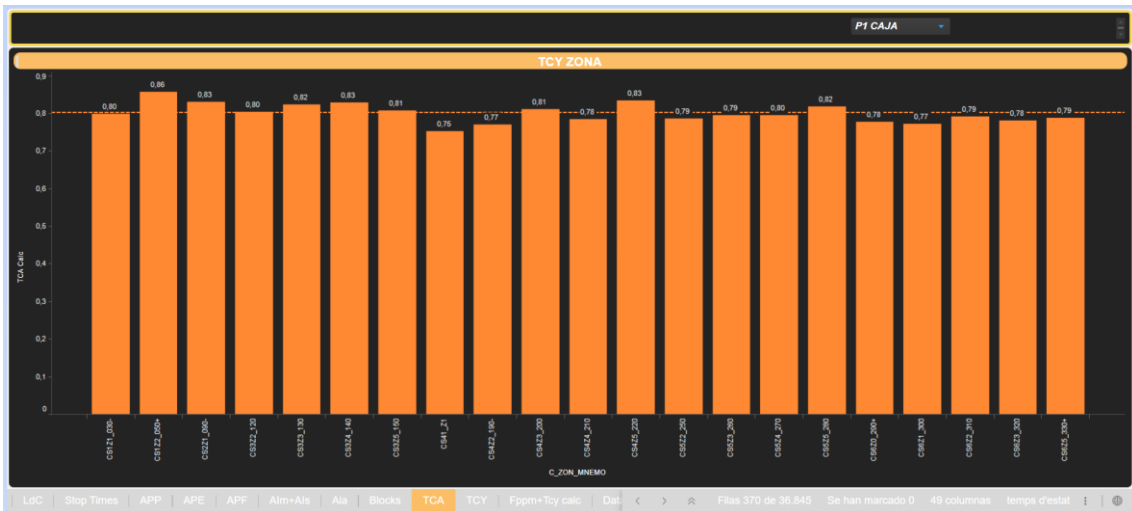


Imagen 6.19. Pestaña TCA

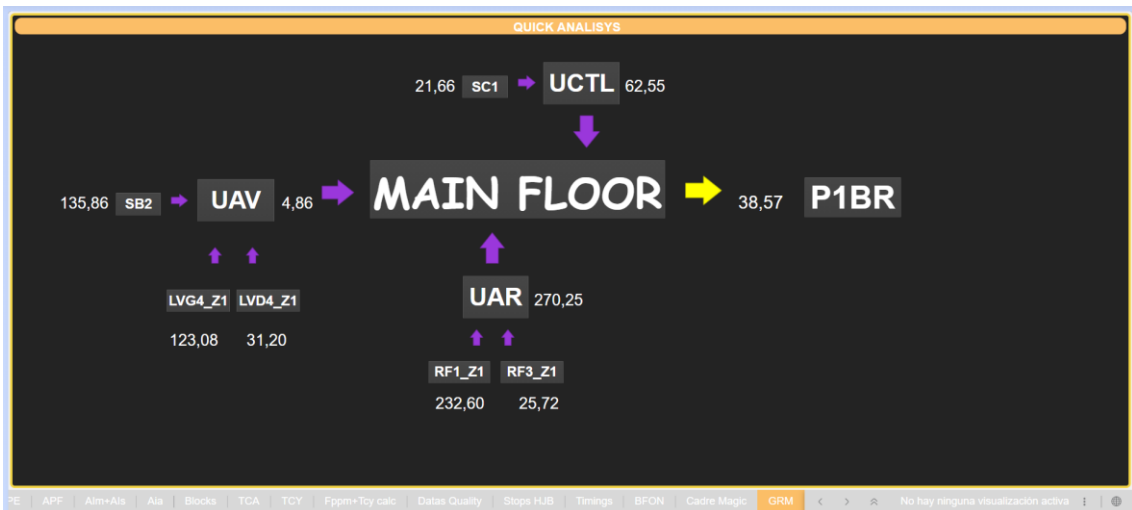


Imagen 6.20. Pestaña GRM

Los resultados de este proyecto no parecen tan difíciles de alcanzar, pero su desarrollo ha sido muy laborioso, sobre todo la parte de la fiabilización ya que los datos que reportaba el taller eran muy poco fiables. En mi opinión, estos datos eran tan poco fiables porque no se ha tenido tiempo para corregir este fallo, ya que el nuevo modelo de Captur se fabrica desde hace poco tiempo y todavía se está trabajando en su perfecta adaptación junto con la introducción de las motorizaciones híbridas.



# ***CAPÍTULO 7*** \_\_\_\_\_

# \_\_\_\_\_ ***ESTUDIO ECONÓMICO***



## 1. Introducción

En el caso de un trabajo fin de grado en ingeniería, uno de los aspectos que debe incluir obligatoriamente la memoria es un estudio económico, objeto del presente capítulo. Dicho estudio pretende dar una valoración económica aproximada al trabajo realizado por el alumno. Nótese que lo que se estima es lo que le ha costado al alumno realizar el trabajo de fin de grado, y no lo que podría ganar la empresa privada con dicho trabajo.

Para el estudio económico se van a tener en cuenta elementos reales, como las horas dedicadas por el alumno a cada tarea, los materiales empleados para la realización del trabajo (ordenador, impresora, acceso a internet, etc.), las personas que han participado en un trabajo de este tipo en una empresa y sus sueldos.

Así, para el objeto de este estudio, tenemos distintos roles o papeles que realizan empleados de distinto rango de la empresa encargada del proyecto. En la estructura establecida para este estudio económico primero se definen esos roles y, a continuación, se divide el trabajo en una serie de fases, en las que intervendrán algunas o todas las personas consideradas.

Una vez definidas las personas y las fases de proyecto, se calculan una serie de categorías de costes asociadas al mismo y se determina el número de horas que ha trabajado cada profesional en el proyecto. A partir de estos y otros elementos se calcula finalmente el coste del proyecto, tanto el coste por fases, como el coste total.

## 2. Profesionales que intervienen en el proyecto

Como elemento de partida, estamos en una empresa multinacional, como es el Grupo Renault, del sector de la automoción. Más concretamente, en una instalación totalmente automatizada y robotizada, el departamento de Chapa. Esto nos sitúa en el marco de la ingeniería electrónica y automática al más alto exponente. Dicha instalación cuenta con una plantilla de unos 250 profesionales.

Asimismo, el jefe de este departamento, a petición de su equipo de mantenimiento, quiere implantar una nueva aplicación web que facilite la explotación de los datos que nos aportan las instalaciones. Este trabajo está financiado por el propio departamento, incluyendo al ingeniero junior en prácticas.

Una vez adjudicado el proyecto, este pasa al ingeniero junior que realiza el estudio dentro de la empresa. Las personas que van a participar en su realización son las siguientes (Imagen7.1): director del proyecto, Automatista, fiabilista del taller de mantenimiento e ingeniero junior.

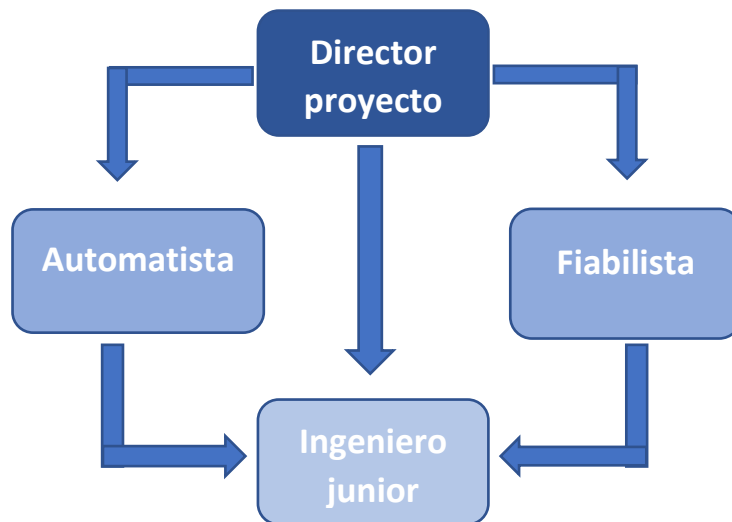


Imagen 7.1. *Integrantes del proyecto*

El director del proyecto es el encargado de coordinar y dirigir los trabajos de todos los profesionales participantes. Entre sus funciones están: la planificación del proyecto (estableciendo los plazos de entrega y controlando su cumplimiento) y la comunicación con el cliente, que en este caso será el fiabilista. También ejercerá de interlocutor de alto nivel entre el ingeniero junior y los otros dos integrantes del desarrollo del proyecto. En última instancia, será el responsable de dar el visto bueno al trabajo.

El Automatista cuenta con una dilatada experiencia en el área de los automatismos Siemens y ha participado en proyectos similares. Es el encargado de supervisar todos los cambios necesarios en la programación de los tiempos de estado en los autómatas y corregir los posibles errores que pueda cometer el Ingeniero junior. Será también el responsable de contactar, en caso necesario, con los proveedores de los robots si hay algún tiempo de estado que nos proporcione el funcionamiento interno de los robots y no se pueda programar en el autómata.

El fiabilista es el encargado de supervisar todo lo que sucede en el taller y de reunirse con el equipo de mantenimiento para darle las instrucciones de que tiempos de estado tienen que atacar. También actúa como supervisor de todos los cambios que realizan tanto el Ingeniero junior como el Automatista. Va a definir las visualizaciones necesarias para la mejor explotación de los datos del taller.

El ingeniero junior se encarga de cumplir las tareas encomendadas por el director del proyecto, entre ellas: la búsqueda de información, la redacción inicial del grueso de la documentación y las tareas relacionadas con la intendencia del proyecto (programación, impresión, entrega de documentos, etc.).

Nótese que los profesionales anteriores no se dedican en exclusiva al proyecto en cuestión, sino que deben compaginarlo con otros encargos dentro de la empresa. Esto refleja las circunstancias reales del alumno a la hora de realizar el presente trabajo, pues se debe compaginar la elaboración del trabajo de fin de grado con la realización de prácticas en empresas y con otras tareas, como por ejemplo la búsqueda de empleo.

### 3. Definición de las fases del proyecto

Cabe señalar que el proyecto aquí considerado se orienta a la optimización de una aplicación que trabaja con Big Data y orientada a la industria 4.0; teniendo por objetivo, en última instancia, la elaboración de un documento final que servirá como guía de usuario para futuras modificaciones e implantaciones en otros departamentos. Teniendo esto en cuenta, el trabajo consta de las fases recogidas en la imagen 7.2.

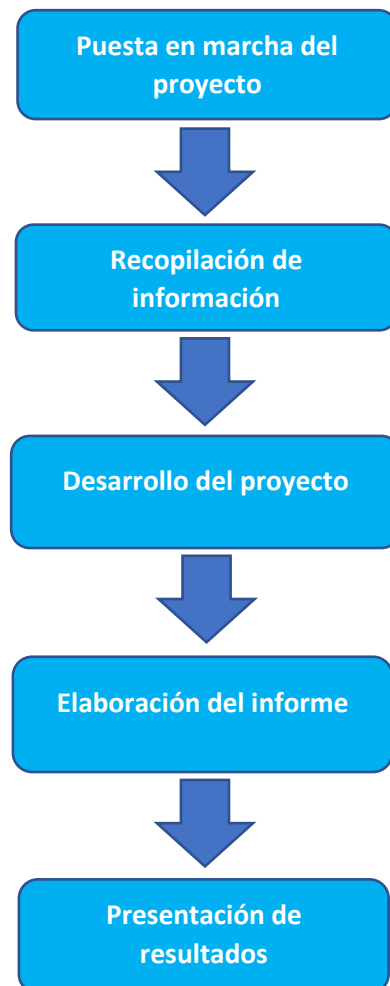


Imagen 7.2. Fases del proyecto

En primer lugar, está la fase de puesta en marcha del proyecto. Esta incluye la confirmación de las personas que van a participar en él, el reparto de las tareas y la planificación inicial (documentos a entregar y plazos de entrega), así como una reunión de puesta en marcha del proyecto.

A continuación, está la fase número dos, relativa a la recopilación de información. En esta fase se realiza una búsqueda en todo tipo de fuentes, con objeto de identificar el estado del arte en la materia (principales áreas, proyectos y fuentes de información). Cuando se ha recogido suficiente material, se plantea la estructura y el enfoque concreto del documento a elaborar. En esta fase también se reciben varias formaciones acerca de la programación de la aplicación. El final de esta fase lo marca una reunión en la que se aprueba el enfoque adoptado.

La tercera fase es en la que se lleva a cabo todo el desarrollo del proyecto. Aquí se optimizan los tiempos de estado y de ciclo del P1 y de las preparaciones de la Base Rodante. En esta fase también es muy importante la elaboración de la documentación de todos los pasos que se van dando y todos los tipos de “mala programación” de tiempos de estado corregidos.

La cuarta fase versa sobre la elaboración del informe como tal. En ella, se van a ir redactando y corrigiendo las distintas partes del documento. Además de la redacción del texto, esta fase incluye la introducción de todas las imágenes, tablas y referencias bibliográficas, así como la maquetación final del documento. Esta fase termina con el visto bueno del director al documento redactado.

La quinta y última fase consta de la presentación de los resultados al cliente y de la formación de los usuarios que van a utilizar esta herramienta. También se realiza la entrega de todos los documentos al cliente y se recogen sus impresiones finales.

### **4. Costes de elaboración del proyecto**

En este apartado se va a realizar una valoración de los costes asociados a los distintos elementos necesarios para la elaboración del proyecto (horas de trabajo, material, costes indirectos, etc.). Dicha valoración tiene un objetivo doble: por una parte, conocer la influencia de estos costes en el coste total y, por otra, utilizarlos para calcular el coste por fases del proyecto en el apartado siguiente.

Las partidas que se van a analizar son las siguientes: cálculo de las horas efectivas anuales y de las tasas por hora de los salarios, cálculo de las amortizaciones del equipo, coste por hora y por persona de los materiales consumibles, cálculo de los costes indirectos por hora y por persona, y horas de personal dedicadas a cada una de las etapas.



#### 4.1. Horas efectivas y tasas horarias del personal

En primer lugar, se presentan las horas y semanas laborales efectivas anuales por profesional. A continuación, se establecen los salarios de los profesionales que intervienen en el proyecto y, a partir de ellos, se calcula el coste por semana y por hora de cada uno de ellos.

La jornada laboral consta de 8 horas, de las cuales, 15 min son para el bocadillo y otros 20 min se dividen en dos descansos de 10 min. Esto hace una jornada de 7,75 horas. En la tabla 7.1 se muestran los días efectivos y en la 7.2 las semanas efectivas anuales.

Tabla 7.1. *Días efectivos anuales*

Concepto	Días/horas
<i>Año medio</i>	365,5 días
<i>Fines de semana</i>	104,36 días
<i>Días efectivos de vacaciones y festivos</i>	35 días
<i>Bolsa horas colec./Individual</i>	7 días/56 horas
<i>Días mejora competitividad</i>	3 días
<i>Total estimado de días efectivos</i>	217 días
<i>Jornada personal anual</i>	1681,75 horas

Tabla 7.2. *Semanas efectivas anuales*

Concepto	Días / horas
<i>Año medio (semanas)</i>	52
<i>Vacaciones y festivos</i>	6
<i>Bolsa</i>	1
<i>Mejora competitividad</i>	1/2
<b><i>Total semanas</i></b>	<b>44,5</b>

Los salarios de los profesionales se han establecido según los salarios mínimos establecidos en el convenio de los trabajadores del grupo Renault. En este convenio se establece también que la jornada de los trabajadores será de 7,75 horas y no de 8 horas debido a una parada de 15 minutos para el bocadillo.

Para establecer los salarios de los profesionales que intervienen en el desarrollo de este proyecto vamos a tener en cuenta su antigüedad.

- Director del proyecto: 2 años
- Automatista: 3 años
- Fiabilista: 16 años
- Ingeniero junior: 0 años

Los salarios, que se presentan en la tabla 7.3, se han obtenido del convenio salarial 2017-2020 de Renault España. Hay que aclarar que el ingeniero junior es la figura de un becario con un sueldo relativamente inferior a un integrante de la plantilla con su titulación. Para hacer el estudio un poco más semejante a la realidad he decidido coger el salario que tendría el puesto más bajo y sin antigüedad para un titulado en Ingeniería. El sueldo del director del proyecto es un sueldo negociado y se ha aproximado su valor.

Tabla 7.3. Coste horario y semanal del equipo de profesionales.

Concepto	Director	Automatista	Fiabilista	Ingeniero junior
<i>Sueldo neto</i>	47.550,67€	28.562,50 €	35.568,98 €	9.414,72 €
<i>Seguridad social (35%)</i>	16.642,73€	9.996,88 €	12.449,14 €	3.295,15 €
<i>Total</i>	64.193,41€	38.559,38 €	48.018,12 €	12.709,87 €
<b>Coste semanal</b>	<b>1.442,55€</b>	<b>866,50 €</b>	<b>1.079,06 €</b>	<b>285,62 €</b>
<b>Coste horario</b>	<b>37,22€</b>	<b>22,36 €</b>	<b>27,85 €</b>	<b>7,37 €</b>

#### 4.2. Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático

El coste de los equipos informáticos, incluido el software, empleados en la elaboración del trabajo se muestra en la tabla 7.4. Para el cálculo de la amortización de dichos equipos se ha considerado un periodo de amortización de cinco años, con cuota lineal y valor residual nulo. La amortización se calcula en cada caso dividiendo el total a amortizar por el periodo de tiempo correspondiente (el total de semanas, días o horas que hay en los cinco años).

Tabla 7.4. Coste de los equipos y software utilizado, junto con su amortización

Concepto	Coste	Cantidad	Coste total
Portátil HP i7 Elite Book 830 G6. 8 Gb RAM HD (alquilado)	69 €/mes	8 meses	552 €
Portátil HP i7 MacBook Spectre	1.214,81 €	1	1.214,81 €
Software Office 365	540 €	1	540 €
Software TIBCO Spotfire	100 €	1	100 €
Software Simatic Step7	187,80 €	28	5.258,40 €
Software Antivirus	20 €	1	20 €
Teléfono de empresa Motorola Moto G7 (alquilado)	126,55 €	1	126,55 €
Software TNC Viewer	76 €	1	76 €
<b>Total a amortizar:</b>			<b>6.652,95 €</b>

Tipo	Periodo	Amortización
Anual	5 años	1.330,59 €
Semanal	260,89	25,5 €
Diaria	1.826,25	3,64 €
<b>Horaria</b>	<b>14.610</b>	<b>0,47 €</b>

### 4.3. Coste del material consumible

El coste anual por persona de los distintos tipos de material consumible (papel, material de oficina, etc.) se muestra en la tabla 7.5. El coste anual total por persona se calcula sumando los costes de todos los consumibles; para obtener el coste horario por persona se divide el coste total anterior por el número de horas al año efectivas de la tabla 7.1.

Tabla 7.5. Coste del material consumible por persona

Concepto	Coste
Conexión a Internet (Empresa)	40 €/mes
Conexión a Internet (Particular)	31,56 €/mes
Covid	99,82 €
Material de oficina	150 €
<b>Coste anual total por persona</b>	<b>1.108,54 €</b>
<b>Coste horario por persona</b>	<b>0,66 €</b>

### 4.4. Costes indirectos

En los costes indirectos se incluyen los gastos de electricidad, teléfono, alquileres, etc. En la tabla 7.6 se reflejan dichos costes, en valor anual por persona. Los valores introducidos en la tabla se han calculado a partir del coste mensual total de cada concepto, que se multiplica por los doce meses que hay en un año y se divide por el número total de trabajadores de la oficina, en nuestro caso son 20 personas.

Tabla 7.6. Costes indirectos

Concepto	Coste
Instalaciones (oficina y taller)	0 € (instalaciones en propiedad)
Teléfono	7 €/mes y persona
Electricidad	80,04 €
Agua	40 €
<b>Coste anual por persona</b>	<b>204,04 €</b>
<b>Coste horario por persona</b>	<b>0,12 €</b>

Nótese que el coste horario por persona se calcula dividiendo el coste anual por persona entre el total de horas efectivas al año de la tabla 7.1.

### 4.5. Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

Mediante la realización de un estudio de tiempos se estimó que la dedicación del personal a cada una de las fases del proyecto fue la indicada en la tabla 7.7.

Tabla 7.7. Horas dedicadas por el personal a cada fase del proyecto

Personal	Etapas				
	1	2	3	4	5
Director	12	8	32	9	18
Automatista	0	0	110	16	0
Fiabilista	0	0	18	0	23
Ingeniero junior	58	21	470	66	41
<b>Total:</b>	<b>70</b>	<b>29</b>	<b>630</b>	<b>91</b>	<b>82</b>

## 5. Costes asignados a cada fase del proyecto

A partir de las horas y costes establecidos en el apartado anterior, y teniendo en cuenta los costes de distintos elementos, se procede a calcular los costes asignados a cada fase del proyecto.

Así, dentro de cada fase, primero se calcula el coste del personal como el producto de las horas empleadas por cada profesional en esa fase y del coste horario para ese tipo de profesional. En segundo lugar, se incluye la amortización de los equipos, multiplicando las horas que han utilizado el equipo los profesionales por el coste de amortización horario.

Por último, se calculan los costes en material consumible y los costes indirectos; en ambos casos, el número de horas a introducir es la suma de las horas empleadas por todos los profesionales. Dichas horas se multiplican por los costes horarios de la tabla 7.5 o la tabla 7.6 (según el caso), para obtener el coste final de la fase en cuestión. Los resultados se recogen en las tablas 7.8 a la 7.12.

### 5.1. Costes asignados a la fase 1: puesta en marcha del proyecto

Tabla 7.8. Costes de la fase 1 del proyecto

Concepto		Horas	Coste/hora	Coste total
Personal	Director	12	37,22 €	446,64 €
	Automatista	0	22,36 €	0 €
	Fiabilista	0	27,85 €	0 €
	Ingeniero junior	58	7,37 €	427,46 €
Amortización	Equipos	70	0,47 €	32,90 €
Consumibles		70	0,66 €	46,20 €
Costes indirectos		70	0,12 €	8,40 €
<b>Total coste fase 1:</b>				<b>961,60 €</b>

## 5.2. Costes asignados a la fase 2: recopilación de información

Tabla 7.9. Costes de la fase 2 del proyecto

Concepto		Horas	Coste/hora	Coste total
Personal	Director	8	32,77 €	262,16 €
	Automatista	0	22,36 €	0 €
	Fiabilista	0	27,85 €	0 €
	Ingeniero junior	21	7,37 €	154,77 €
Amortización	Equipos	29	0,47 €	13,63 €
Consumibles		29	0,66 €	19,14 €
Costes indirectos		29	0,12 €	3,48 €
<b>Total coste fase 2:</b>				<b>453,18 €</b>

## 5.3. Costes asignados a la fase 3: desarrollo del proyecto

Tabla 7.10. Costes de la fase 3 del proyecto

Concepto		Horas	Coste/hora	Coste total
Personal	Director	32	32,77	1.048,64 €
	Automatista	110	22,36 €	2.459,60 €
	Fiabilista	18	27,85 €	501,30 €
	Ingeniero junior	470	7,37 €	3.463,90 €
Amortización	Equipos	630	0,47 €	296,10 €
Consumibles		630	0,66 €	415,80 €
Costes indirectos		630	0,12 €	75,60 €
<b>Total coste fase 3:</b>				<b>8.260,94 €</b>

## 5.4. Costes asignados a la fase 4: elaboración del informe

Tabla 7.11. Costes de la fase 4 del proyecto

Concepto		Horas	Coste/hora	Coste total
Personal	Director	9	32,77 €	294,93 €
	Automatista	16	22,36 €	357,76 €
	Fiabilista	0	27,85 €	0 €
	Ingeniero junior	66	7,37 €	486,42 €
Amortización	Equipos	91	0,47 €	42,77 €
Consumibles		91	0,66 €	60,06 €
Costes indirectos		91	0,12 €	10,92 €
<b>Total coste fase 4:</b>				<b>1.252,86 €</b>

## 5.5. Costes asignados a la fase 5: presentación de los resultados

Tabla 7.12. Costes de la fase 5 del proyecto

Concepto		Horas	Coste/hora	Coste total
Personal	Director	18	32,77 €	589,86 €
	Automatista	0	22,36 €	0 €
	Fiabilista	23	27,85 €	640,55 €
	Ingeniero junior	41	7,37 €	302,17 €
Amortización	Equipos	82	0,47 €	38,54 €
Consumibles		82	0,66 €	54,12 €
Costes indirectos		82	0,12 €	9,84 €
<b>Total coste fase 5:</b>				<b>1.635,08 €</b>

## 6. Coste total del proyecto

El coste total del proyecto se obtiene como suma de los costes de cada una de las fases, según se recoge en la tabla 7.13. El desglose del coste total del proyecto por fases y por tipo de coste se muestra gráficamente en el gráfico 7.1 y en el gráfico 7.2 respectivamente.

Tabla 7.13. Coste total del proyecto

Fase	Horas	Coste
1. Puesta En marcha del proyecto	70	961,60 €
2. Recopilación de información	29	453,18 €
3. Desarrollo del proyecto	630	8.260,94 €
4. Elaboración del informe	91	1.252,86 €
5. Presentación de resultados	82	1.632,08 €
<b>TOTAL</b>	<b>902</b>	<b>12.563,66 €</b>

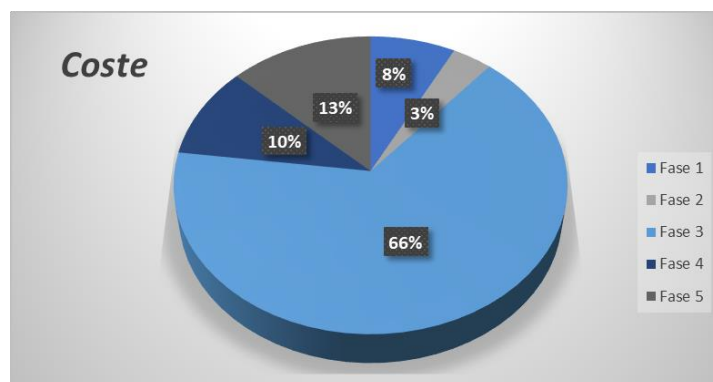
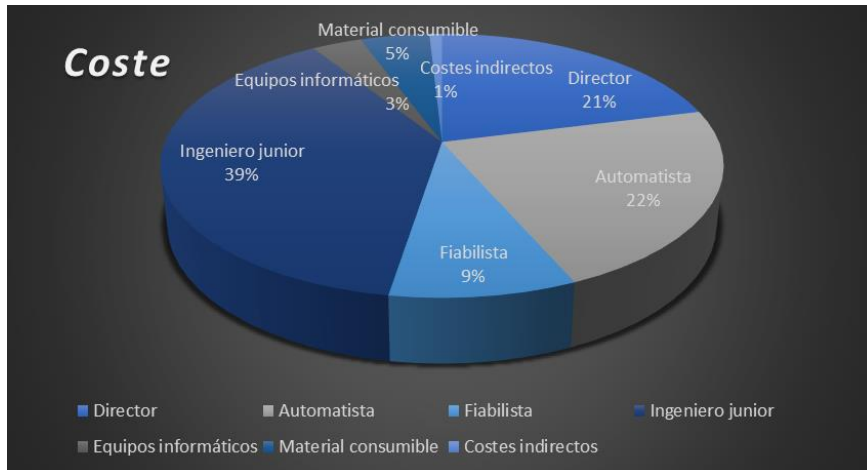


Gráfico 7.1. Distribución del coste total del proyecto por fases



**Gráfico 7.2.** *Distribución del coste total del proyecto por tipo de coste*





# ***CAPÍTULO 8***

---

---

## ***CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS***



## 1. Conclusiones

Los objetivos que se definieron para el desarrollo de este proyecto tienen una filosofía bien diferenciada ya que uno está enfocado a la calidad y fiabilidad de datos y el otro a la forma de visualizarlos.

En este capítulo se van a comentar las conclusiones obtenidas tras haber alcanzado los objetivos marcados, así como los conocimientos y competencias transversales adquiridas durante todo este período.

### 1.1. Calidad de los datos

El objetivo de conseguir fiabilizar los datos que reporta el taller de Chapa2 se ha conseguido en todos los perímetros que conforman dicho taller y se ha superado en numerosas islas.

Como se comentó en capítulos anteriores, para desarrollar y conseguir este objetivo se contó con la ayuda del experto en automatismos del departamento, con el fiabilista del taller de Chapa2 y, en ocasiones especiales, con el experto en robótica. La consecución de este objetivo ha sido muy laborioso dada la cantidad de zonas que contiene el taller.

El punto de partida era fiabilizar el Perímetro 1. Dada la filosofía de este perímetro y su nivel inicial de fiabilización, conseguir el objetivo en este perímetro fue relativamente sencillo y rápido. En apenas dos semanas lo habíamos conseguido, exceptuando una sola zona, la cabina láser.

Esta experiencia, y el estado de los datos en el resto de perímetros, nos llevó a ser muy optimistas de cara al trabajo que quedaba por delante, pero nada más lejos de la realidad. Llegar al objetivo en los perímetros de las preparaciones BR llevó los tres meses y medio restantes que había de plazo para terminarlo.

Esto sucedió porque, una vez corregidos los problemas más significativos y tener estos *datas quality* en unos porcentajes muy cercanos al objetivo (8-10%), no se consiguió solucionar mediante las acciones acordadas en la primera fase del proyecto. Se tuvieron que replantear las acciones debido a la configuración tan compleja y variopinta de estos perímetros.

Este nuevo enfoque llevó a encontrar nuevos errores cuya solución no era trivial, sino que implicaban una profundidad mucho mayor en la programación de los módulos de las diferentes zonas.

En resumen, los objetivos se han cumplido, aunque los plazos se hayan alargado un poco. Cabe resaltar que este retraso en el plazo de entrega no ha causado ningún

inconveniente ya que los equipos han podido empezar a trabajar con la aplicación antes de la finalización del desarrollo.

En mi opinión, esta aplicación, una vez fiabilizada y puesta en funcionamiento va a facilitar mucho el trabajo a los equipos que explotan el taller día a día. Supone un gran avance a la hora de consultar la información, ya que anteriormente esta se encontraba bastante dispersa y era poco fiable. Para conocer los puntos más penalizantes del taller y su causa es necesario que la información sea correcta, accesible y fácil de interpretar. Dentro de este primer objetivo se ha conseguido que la información sea correcta, fiable y de fácil estudio.

### **1.2. Visualización de datos**

Para alcanzar el segundo objetivo ha sido clave la figura del formador, ya que este objetivo implica exclusivamente la programación del interfaz del software TIBCO Spotfire. La formación se llevó a cabo en la segunda fase y el desarrollo de esta parte del proyecto se ha llevado a cabo de forma paralela al primero, sobre todo al principio de la tercera fase.

Este es un objetivo totalmente visual, por lo que se precisaba una persona perfeccionista y con buena concepción del espacio y, en mi opinión, este proyecto estaba en buenas manos. Una vez desarrollada la interfaz, para verificar si se había alcanzado el objetivo se presentaron las modificaciones en dos reuniones en las que, primero, han participado todos los miembros del proyecto y, después, todos los jefes de taller, así como el jefe del departamento y su adjunto. En ambas reuniones se ha logrado el visto bueno.

En esta parte del proyecto no se ha precisado de una ayuda constante como ha sucedido con la fiabilización de los datos. Una vez finalizado el proyecto, y tras analizar su desarrollo, se puede afirmar que ha tenido dos partes bien diferenciadas: conseguir visualizaciones con un estilo más corporativo y modificar estas visualizaciones a partir de peticiones.

La primera parte se corresponde con las premisas definidas en la primera fase del proyecto. Esta parte se consiguió en las primeras dos semanas de la tercera fase, lo que permitió que los equipos a los que está destinada la aplicación ya pudieron empezar a familiarizarse con ella. Cabe destacar que esta familiarización se lleva a cabo poco a poco y con la ayuda ingeniero junior para comprender la forma de explotar esta nueva herramienta de análisis.

De este periodo de adaptación surge la segunda parte de este objetivo que tiene su origen en las sugerencias de estos equipos. Los equipos tienen una forma de trabajo y la incorporación una nueva herramienta supone un cambio notable; lo que quieren es tener algo lo más parecido a lo que estaban acostumbrados.

Para mí, este periodo ha sido el más satisfactorio ya que trabajar codo con codo con los equipos del taller, explicando el funcionamiento de la aplicación, discutiendo cambios, etc., es la mejor parte del trabajo.

### **1.3. Industria 4.0 y Big Data**

Este proyecto me ha acercado de manera muy significativa a la Industria 4.0 y me ha ayudado a comprender esta expresión que denomina una hipotética cuarta mega etapa de la evolución técnico-económica. Los expertos señalan a la inteligencia artificial como elemento central de esta transformación, íntimamente relacionada con la acumulación creciente de grandes cantidades de datos (*Big Data*) y la interconexión masiva de sistemas y dispositivos digitales.

No es necesaria la inteligencia artificial para hablar de una fábrica 4.0 porque esta idea se corresponde con una nueva manera de organizar los medios de producción. El objetivo es tener fábricas con una mayor capacidad de adaptación a las necesidades y a los procesos de producción. Las bases tecnológicas en que se apoya, entre otras, son las siguientes: Internet de las cosas, sistemas ciberfísicos, interconexiones masivas, etc. A pesar de esto, la Industria 4.0 no se reduce exclusivamente a los puntos recién citados, pues la Industria 4.0 acentúa la idea de una creciente y adecuada digitalización y coordinación cooperativa en todas las unidades productivas de una fábrica: robots, autómatas, garras, seguridades, piezas, soldaduras, sensores, etc.

### **1.4. Desarrollo de competencias transversales**

Durante el desarrollo de este proyecto, más allá de los conocimientos teóricos adquiridos, el mayor aprendizaje lo ha aportado el trabajar en equipo. Ha sido un proyecto en el que en todo momento han trabajado conjuntamente todos sus integrantes y cuando había un problema que solucionar, se ponía en común y entre todos se llegaba a una solución.

Derivado del desarrollo de este proyecto tan largo y complejo también se han adquirido otras competencias como son la adaptabilidad o tolerancia al cambio, ya que algún componente del equipo ha cambiado durante el desarrollo. También se ha adquirido la capacidad de gestión y planificación, ya que todos los viernes el equipo de trabajo se reunía para ver los avances de la semana y acordar un plan de acción y unos objetivos para la siguiente semana.

El trabajo en equipo ha sido la parte más satisfactoria de este proyecto, pero sin duda, la que más he desarrollado ha sido mis habilidades comunicativas, debido a estas reuniones semanales y en las cuales yo era el miembro de menor rango. También hay que destacar las reuniones de formación con los diferentes equipos que están utilizando la aplicación objeto de este estudio.

Quiero concluir este capítulo exponiendo que se ha trabajado con diferentes softwares en la realización de este proyecto (Spotfire, SMP, Step7, Visual Basic, etc.) con los que no había trabajado previamente. Utilizándolos he comprendido lo que realmente significa ser ingeniero, más allá de todos los conocimientos teóricos adquiridos durante el estudio del grado, y no es más que tener la capacidad de enfrentarte a algo nuevo y saber que se van a lograr los objetivos porque se ha adquirido la herramienta ‘solucionar problemas’.

## 2. Líneas futuras

La gran variedad gráfica que ofrece este software aporta un inmenso abanico de posibilidades de aplicación y mejora que van desde un simple cambio en las zonas mostradas hasta la incorporación de nuevas pestañas con visualizaciones totalmente personalizadas.

La modificación más cercana, una vez concluido el proyecto, serán variaciones en las visualizaciones. Estas modificaciones serán debidas a la forma particular en la que los equipos quieran visualizar los datos del taller y a futuros fallos que impidan cumplir el objetivo de producción.

Una línea futura de este proyecto ya está definida y consiste en fiabilizar el taller de Chapa3. Esto incluye fiabilizar los datos que reportan los módulos y la adaptación de las visualizaciones de la aplicación.

Otra posible línea futura, menos probable que estas dos anteriores, es la posibilidad de variar la filosofía de programación de las islas. Un motivo por el que esto puede suceder es por la incorporación de nuevos elementos en las islas o, simplemente, por el hecho de necesitar un mayor detalle en el estudio de un tiempo de estado, por ejemplo, para saber la causa origen de una AIM.

La última línea futura que se ha planteado es la posibilidad de actualizar automáticamente la base de datos de la aplicación con el simple hecho de apretar un botón. Este hecho a priori es bastante complicado ya que un volcado automático desde SMP a la aplicación lleva un proceso muy complejo dentro de la macro que extrae los datos. Se estudiará este proyecto y de no ser posible el fiabilista recibirá la formación adecuada para actualizar él mismo los datos.

Una vez implantada la aplicación, sabiendo que ofrece una mejora sustancial en el análisis de los talleres del departamento y que se consigue mejorar el rendimiento del departamento llegando regularmente al objetivo de fabricación, se considerará implantar esta aplicación en todos los departamentos de la factoría de Valladolid.

Ahora mismo la factoría de Valladolid, y en concreto el departamento de Chapa, junto con la factoría de Moscú, son la punta de lanza en cuanto al trabajo con Industria 4.0 y a la implantación Big Data dentro del grupo Renault.

Cambiando totalmente de tercio, la filosofía de funcionamiento de la aplicación ofrece la posibilidad de cambiar la naturaleza de datos que conforman la base de datos. La única premisa para poder realizar este cambio es que la exportación de los datos se haga hacia un archivo Excel que, a través de la macro de actualización de datos, se convertirá a un archivo Access.

Este posible futuro proyecto se quiere hacer dentro del departamento de chapa con datos de costes, ya que para analizar estos datos se tiene la misma problemática: los datos que generan los módulos del taller.





# BIBLIOGRAFÍA

- Castro Gil, M. A., Díaz Orueta, G., Mur Pérez, F., Sebastián Fernández, R., Sancristóbal Ruiz, E., Sempere Paya, V. M., . . . Martí Colom, P. (2007). *COMUNICACIONES INDUSTRIALES: PRINCIPIOS BÁSICOS* (Primera ed.). UNED. Recuperado el 3 de diciembre de 2020
- Groupe Renault. (s.f.). *Documento técnico de la factoría CMVA Renault Valladolid: Estándar de programación Unity Pro XL*. Boulogne-Billancourt, Francia . Recuperado el 20 de diciembre de 2020
- Groupe Renault. (s.f.). *Documento técnico de la factoría CMVA Renault Valladolid: Útil SMP*. Boulogne-Billancourt, Francia. Recuperado el 14 de diciembre de 2020
- Gútiérrez, I. (2012). *Blog programaciónsiemens.com*. Recuperado el 9 de diciembre de 2020, de [https://programacionsiemens.com/1-introduccion-la-programacion-en-step-7/#Bloques\\_de\\_funcion\\_FB](https://programacionsiemens.com/1-introduccion-la-programacion-en-step-7/#Bloques_de_funcion_FB)
- Hernando, J. M. (1991). *Sistemas de telecomunicaciones* (Segunda ed.). Madrid: Servicio de publicaciones E.T.S.I. Telecomunicaciones. Obtenido de Wikipedia.
- Instituto Schneider Electric de Formación. (23 de Julio de 2008). *Manual de formación Unity Pro, 2.1*. (S. E. ESPAÑA, Productor) Recuperado el 31 de Enero de 2021, de [http://ira.unileon.es/sites/ira.unileon.es/files/Documents/plc/Unity\\_Pro/Manuales\\_Unity/Manual\\_Unity.pdf](http://ira.unileon.es/sites/ira.unileon.es/files/Documents/plc/Unity_Pro/Manuales_Unity/Manual_Unity.pdf)
- Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 23 de noviembre de 2020, de <https://dle.rae.es>
- TIBCO. (s.f.). *Página oficial TIBCO*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de <https://www.tibco.com/es>
- Wikipedia. (s.f.). *TIBCO Software*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de [https://en.wikipedia.org/wiki/TIBCO\\_Software](https://en.wikipedia.org/wiki/TIBCO_Software)

