

# Projecto de Expansão do ContiSeal

Tese de Mestrado de Gestão Industrial  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Novembro, 2012

Candidato: Rui Miguel Santos Pereira, nº 1000656, [1000656@isep.ipp.pt](mailto:1000656@isep.ipp.pt)

Orientação Científica: Paulo António da Silva Ávila, [psa@isep.ipp.pt](mailto:psa@isep.ipp.pt)

Co-orientação Científica: João Augusto Sousa Bastos, [jab@isep.ipp.pt](mailto:jab@isep.ipp.pt)

Empresa: Continental Mabor, Indústria de Pneus, SA



## RESUMO

Com o crescente aumento na procura de pneus com maior capacidade de mobilidade, como é caso dos pneus ContiSeal, a Continental AG iniciou um projecto de expansão da unidade industrial portuguesa onde a tecnologia ContiSeal é aplicada, projecto esse a ser desenvolvido pela Continental Mabor.

Na prossecução deste projecto são necessárias diversas áreas de conhecimento da gestão industrial, nomeadamente: a análise dos fluxos produtivos, o cálculo de capacidade e respectiva análise de tempos perdidos, análise e projecto de *layouts* e a produção de propostas de optimização tanto ao nível de equipamentos como do fluxo produtivo.

Na realização deste projecto foi necessário estudar profundamente a unidade produtiva em questão. O estudo foi realizado aos diversos subprocessos do ContiSeal, na qual a recolha e análise de dados estão fundamentadas através de extensos levantamentos obtidos por amostragem. Estes dados são vitais para uma correcta análise de custos de investimento na aquisição de novos equipamentos, sendo estes necessários para o cumprimento dos objectivos propostos para a expansão do ContiSeal.

O início do projecto incidiu no estudo detalhado sobre os ciclos produtivos dos equipamentos e no levantamento e registo dos tempos perdidos da unidade industrial, que permitiu a análise das capacidades instaladas dos vários subprocessos. Após o levantamento das capacidades foram determinadas as necessidades relativas à aquisição de novos equipamentos. De notar que alguns protótipos de equipamentos necessários foram desenvolvidos em parceria com fornecedores seleccionados, assim como foram apresentadas propostas de melhoria aos equipamentos já existentes. Uma vez aprovada a aquisição dos novos equipamentos pela Continental AG, deu-se início ao desenvolvimento da expansão do *layout* do ContiSeal, tanto ao nível do edifício como de novos equipamentos e ainda do fluxo dos pneus com vista à sua optimização.

### Palavras-Chave:

Expansão de *layouts*, optimizações de processos, optimizações de fluxos produtivos, estudo de capacidades, análise de tempos perdidos.



## ABSTRACT

The growing demand of tires with greater mobility capability, such as the ContiSeal tires, lead to a presentation of a proposal by Continental AG to expand the portuguese industrial unit where the ContiSeal technology is applied.

The knowledge areas of industrial management involved in this expansion project are as follows: analysis of production flows, capacity calculations and analysis of losses, layout expansion and presentation of proposals for optimizing both the equipment and the production flow.

For the execution of this project several in-depth studies of the production unit were required. These studies focused on various ContiSeal subprocesses and included the collection and analysis of data based on extensive surveys obtained by sampling. This data is vital to ensure the proper analysis of investment costs associated to the acquisition of new equipment and therefore fundamental for the fulfillment of the objectives of the ContiSeal expansion project.

This project has initially been focused on the detailed study of the equipment production cycles and the collection and registration of the industrial unit losses, which allowed the analysis of the installed capacities of the several subprocesses.

Subsequently, an assessment of the needs to acquire new equipment was performed, including the development of some prototypes in partnership with suppliers and the presentation of proposals for the improvement of existing equipment.

Once the purchase of new equipment was approved by Continental AG, the ContiSeal expansion layout has been developed at the building, equipment and tires flow levels.

### Keywords:

Layouts expansion, processes optimization, production flows optimization, capacities study, analysis of losses.



## AGRADECIMENTOS

Para a realização bem sucedida deste projecto contribuíram um significativo número de pessoas e instituições às quais gostaria de expressar o meu sincero agradecimento, em particular:

Ao Professor Paulo Ávila e ao Professor João Bastos pela dedicação e apoio na orientação científica na elaboração deste relatório, ao Professor Manuel Pereira Lopes, director do Mestrado de Gestão Industrial pela disponibilidade demonstrada.

Ao Engenheiro Armando Estevão, director da engenharia industrial da Continental Mabor e aos meus colegas do departamento pela colaboração no desenvolvimento de várias propostas de *layout* do projecto de expansão.

A toda a equipa técnica da Continental Mabor que esteve envolvida neste projecto de expansão pelas longas e enriquecedoras discussões de trabalho.

O meu muito obrigado à família, em especial ao meu pai e a minha mãe, entretanto falecida, pelos valores que sempre me transmitiram. Aos meus irmãos, nomeadamente Andreia e Jorge e a minha cunhada Sofia pela força, coragem e confiança que depositam em mim.

Aos meus amigos, em especial, o Pires, o Rui e o Gil, pela ajuda e disponibilidade.

Rui Miguel Santos Pereira

Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto

Novembro, 2012



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	ENQUADRAMENTO.....	1
1.2	OBJECTIVO.....	1
1.3	ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	1
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	3
2.1	O GRUPO CONTINENTAL.....	3
2.2	A CONTINENTAL MABOR.....	4
2.2.1	O Departamento de Engenharia Industrial.....	5
2.3	O PNEU.....	6
2.3.1	História do Pneu.....	6
2.3.2	Componentes do Pneu.....	7
2.3.3	Regulamentação Europeia para a Etiquetagem de Pneus.....	10
2.3.4	Descrição Genérica do Processo Produtivo.....	11
3	O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL.....	15
3.1	A TECNOLOGIA CONTISEAL.....	15
3.2	APRESENTAÇÃO DA UNIDADE INDUSTRIAL.....	15
3.3	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....	17
3.3.1	Produção do Componente A.....	18
3.3.2	Produção do Componente B.....	20
3.3.3	Fluxo do Pneu.....	21
3.4	LAYOUT ACTUAL DO CONTISEAL.....	27
3.5	CAPACIDADES ACTUAIS DO CONTISEAL.....	28
3.5.1	Ciclos dos Subprocessos Produtivos.....	29
3.5.2	Análise de Tempos Perdidos.....	34
3.5.3	Resumo das Capacidades dos Vários Subprocessos do ContiSeal.....	35
4	EXECUÇÃO DO PROJECTO.....	37
4.1	O DESAFIO.....	37
4.2	NECESSIDADES DO PROJECTO DE EXPANSÃO.....	38
4.3	NOVOS EQUIPAMENTOS EM DESENVOLVIMENTO.....	39
4.3.1	Equipamento de Limpeza a Laser.....	39
4.3.2	Estação Dupla de Aplicação de <i>Sealant</i> .....	40
4.3.3	Túnel de Aquecimento.....	41

4.4	FLUXO DO PNEU APÓS EXPANSÃO.....	43
4.5	DESENVOLVIMENTO DO FUTURO <i>LAYOUT</i> .....	44
4.6	CALENDARIZAÇÃO DA EXECUÇÃO DO PROJECTO.....	45
4.7	FUTURO <i>LAYOUT</i> DO CONTISEAL.....	46
4.8	SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES AO <i>LAYOUT</i> ACTUAL.....	47
4.8.1	Alterações ao <i>Layout</i> Relacionadas com os Novos Equipamentos.....	47
4.8.2	Principais Alterações de <i>Layout</i> das Áreas Não Produtivas.....	51
5	CONCLUSÃO .....	55
6	BIBLIOGRAFIA .....	57
	ANEXO A - <i>Layout</i> Actual do ContiSeal.....	a
	ANEXO B – Futuro <i>Layout</i> do ContiSeal .....	m

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Antigas instalações da Continental Mabor (Recursos Humanos, 2009).....	4
Figura 2.2 - Atuais instalações da Continental Mabor (Recursos Humanos, 2009).....	5
Figura 2.3 - Organigrama da Continental Mabor (Recursos Humanos, 2012).....	5
Figura 2.4 - Roda de Madeira (Oliveira, 2012).....	6
Figura 2.5 - Imagem dos componentes do pneu (adaptado de (Krüger, 2008)).....	7
Figura 2.6 - Carcaça (Pauli, 2009).....	8
Figura 2.7 - Talões (Pauli, 2009).....	8
Figura 2.8 - Paredes laterais (Pauli, 2009).....	9
Figura 2.9 - Legenda das informações técnicas do pneu (adaptado de (Pauli, 2009)).....	9
Figura 2.10 - Piso (Pauli, 2009).....	10
Figura 2.11 - Etiquetas da classificação de pneus (Continental AG, 2012).....	11
Figura 2.12 - Gráfico de processo da manufactura do pneu.....	11
Figura 2.13 - Misturação.....	12
Figura 2.14 - Preparação.....	12
Figura 2.15 - Construção.....	13
Figura 2.16 - Vulcanização.....	13
Figura 2.17 - Inspeção final.....	14
Figura 3.1 - Vista de perfil de um pneu com <i>sealant</i> (Gandara, 2010).....	15
Figura 3.2 - Imagem computadorizada do ContiSeal em 2009 (Gandara, 2010).....	16
Figura 3.3 - Fluxo do ContiSeal (Gandara, 2010).....	16
Figura 3.4 - Processo Produtivo do ContiSeal (adaptado de (Azevedo, 2011)).....	17
Figura 3.5 - Fluxo produtivo do componente A (Azevedo, 2011).....	18
Figura 3.6 - <i>Layout</i> das estufas de aquecimento do produto 2.....	19
Figura 3.7 - <i>Layout</i> da Extrusora/Misturadora.....	20
Figura 3.8 - Fluxo produtivo do componente B (Azevedo, 2011).....	20
Figura 3.9 - Estação de produção do componente B.....	21
Figura 3.10 - Fluxo actual do pneu ContiSeal.....	22
Figura 3.11 - Entrada e validação do pneu na linha de produção.....	23
Figura 3.12 - <i>Layout</i> da máquina de lavar.....	23
Figura 3.13 - <i>Layout</i> do túnel de aquecimento.....	24
Figura 3.14 - <i>Layout</i> do <i>robot</i> aplicador de <i>sealant</i> .....	24
Figura 3.15 - <i>Layout</i> do equipamento de rotação de pneus.....	25

Figura 3.16 - Logótipo do pneu ContiSeal (Gandara, 2010) .....	25
Figura 3.17 - <i>Layout</i> do laser gravador do logótipo.....	26
Figura 3.18 - <i>Layout</i> do subprocesso da inspecção visual.....	26
Figura 3.19 - <i>Layout</i> Actual do ContiSeal.....	27
Figura 4.1 - <i>Layout</i> da máquina de limpeza a laser.....	39
Figura 4.2 - <i>Layout</i> da estação dupla de aplicação de <i>sealant</i> .....	40
Figura 4.3 - <i>Layout</i> do túnel de aquecimento .....	41
Figura 4.4 - Fluxo do pneu ContiSeal após expansão .....	43
Figura 4.5 - Calendarização da execução do projecto de expansão do ContiSeal (Nunes, 2012) .....	45
Figura 4.6 - Futuro <i>layout</i> do ContiSeal.....	46
Figura 4.7 - <i>Layout</i> da instalação do novo túnel de aquecimento.....	47
Figura 4.8 - <i>Layout</i> actual (esquerda) e futuro (direita) da área de lavagem/limpeza dos pneus	48
Figura 4.9 - <i>Layout</i> actual (esquerda) e futuro (direita) da área de aplicação de <i>sealant</i> .....	49
Figura 4.10 - Futuro <i>layout</i> das extrusoras/misturadoras de componente A.....	49
Figura 4.11 - Tanque de alimentação do produto 2.....	50
Figura 4.12 - <i>Layout</i> actual (esquerda) e futuro (direita) dos armazéns de pneus .....	51
Figura 4.13 - <i>Layout</i> da máquina de balanceamento.....	52
Figura 4.14 - <i>Layout</i> das áreas de resíduos e de limpeza .....	52
Figura 4.15 - <i>Layout</i> armazém de sobressalentes dos equipamentos e oficina de apoio.....	53

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Tempo de ciclo das máquinas de lavar .....	29
Tabela 3.2 - Tempo de ciclo dos aplicadores de <i>sealant</i> .....	30
Tabela 3.3 - Tempo de ciclo da gravação do logótipo.....	31
Tabela 3.4 - Tempos de ciclo da inspeção final.....	32
Tabela 3.5 - Consumo médio de <i>sealant</i> por pneu.....	33
Tabela 3.6 - Tempos perdidos do fluxo de pneus do ContiSeal.....	34
Tabela 3.7 - Resumo das capacidades dos vários subprocessos analisados.....	35
Tabela 4.1 - Resumo das futuras capacidades dos vários subprocessos do ContiSeal .....	42



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ENQUADRAMENTO

No ano de 2011, a Continental AG iniciou um projecto de expansão da unidade industrial do ContiSeal. Numa primeira fase, foi solicitado à Continental Mabor, unidade fabril instalada em Portugal, um estudo sobre as possibilidades e custos do projecto de expansão, de acordo com um conjunto de objectivos e requisitos bem definidos.

Desde essa altura, os vários departamentos da Continental Mabor ligados ao ContiSeal têm trabalhado tanto no estudo inicial como na elaboração do projecto de expansão. Na qualidade de técnico do departamento de engenharia industrial e responsável pelo processo ContiSeal, fazem parte das minhas responsabilidades/objectivos a análise dos vários campos da gestão industrial no que toca a um projecto de expansão de uma unidade industrial, tais como, o estudo de capacidades dos vários subprocessos, análises de possíveis *layouts* a implementar, análise da mão-de-obra necessária, apresentação de propostas de melhoria que possam ser consideradas no projecto de expansão.

## 1.2 OBJECTIVO

No projecto de expansão em questão, o principal objectivo consiste em aumentar a capacidade produção em 500.000 aplicações de *sealant* em pneus por ano, sendo que actualmente a capacidade instalada nesta unidade ronda o 1.000.000 de aplicações.

Para a concretização deste objectivo, foi considerado e proposto um total de 320 dias disponíveis para produção, aumentando o objectivo diário, em média, de 3125 para 4688 aplicações, mantendo a mesma distribuição e complexidade dos artigos em produção.

No contexto deste projecto são analisadas as capacidades actuais de cada sector do processo, bem como as necessidades de aquisição de máquinas para a concretização do objectivo acima referido. Além das capacidades de cada subprocesso, são estudadas optimizações possíveis ao *layout*, tendo em conta o fluxo do processo (actual e após concretização deste projecto). Sendo também considerados diferentes *layouts* que permitam agilizar e reduzir constrangimentos em futuras expansões.

## 1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este relatório está estruturado da seguinte forma, no capítulo 1 é feito o enquadramento e apresentado os seus objectivos; no capítulo 2 é apresentada a empresa na qual foi desenvolvido o projecto e descrito de forma sumário o processo produtivo do pneu; no capítulo 3 é apresentada a unidade industrial ContiSeal sendo dado particular relevo ao processo produtivo que decorre nestas instalações e a actual capacidade instalada; no capítulo 4 é apresentado o trabalho desenvolvido no contexto do projecto de expansão do ContiSeal, sendo analisados de forma detalhada os requisitos necessários à sua execução, com particular ênfase no *layout* a implementar e o fluxo expectável do processo produtivo após a expansão

## 1. INTRODUÇÃO

projectada. No último capítulo são apresentadas as conclusões relativas ao trabalho desenvolvido, bem como algumas linhas de trabalho futuro.

## 2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

### 2.1 O GRUPO CONTINENTAL

A Continental foi fundada em Hanôver, na Alemanha, em Outubro de 1871. Desde essa data, a Continental acompanha a evolução da indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamentos na busca da melhoria de pneumáticos. Com uma produção muito diversificada, o Grupo Continental AG, tem grande parte do seu volume de vendas globais centrada em pneus para veículos ligeiros, comerciais, pesados, agrícolas, industriais e de duas rodas.

Sendo um dos principais fabricantes de pneus de qualidade superior, conhecidos como pneus *Premium* para veículos de várias dimensões. Actualmente a Continental oferece uma vasta gama de produtos de alto desempenho, desenvolvidos para responder às necessidades diversificadas de todo tipo de pneu, com foco nos veículos médios e pesados de mercadorias, autocarros e veículos de todo o terreno. (Recursos Humanos, 2009)

O Grupo Continental apresenta-se como um dos maiores fornecedores mundiais de componentes para a indústria automóvel, registando no ano de 2011 um volume de negócios que ultrapassou os 30,5 mil milhões de Euros. (Human Resources, 2012)

Como fornecedor da indústria automóvel destacam-se os componentes de sistemas de travões, chassis, instrumentação, electrónica automóvel, pneus e produtos técnicos de elastómero. A empresa tem como objectivo contribuir para uma maior segurança na condução, directamente relacionada com os componentes produzidos mas não descurando a protecção do ambiente. Além destas vertentes, a Continental tornou-se um parceiro especializado na comunicação automóvel.

O Grupo Continental AG, actualmente é composto por várias divisões independentes. Uma das divisões presentes em Portugal, é a divisão de sistemas para a indústria automóvel, da qual fazem parte a Continental Teves (dedicada ao fabrico de sistemas de travagem) e a Continental Temic (fabricante de componentes electrónicos e sistemas para veículos ligeiros e pesados) que assume a responsabilidade pelo desenvolvimento de sistemas como o ABS, ESP, TCS, sistemas electrónicos de suspensão, entre outros.

A ContiRubber Group é outra das divisões do Grupo e fabrica produtos industriais à base de borracha, destinados à indústria mineira, gráfica, de mobiliário e de manufactura de maquinaria.

Actualmente a divisão ContiRubber Group, é constituída por mais de vinte fábricas de pneus (incluindo a unidade industrial portuguesa - Continental Mabor), bem como centros tecnológicos de desenvolvimento e pistas de ensaio espalhadas por vários continentes, e é constituída por uma força de trabalho em todo mundo de 164.000 colaboradores. (Human Resources, 2012)

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Continental é, actualmente, o primeiro produtor de pneus da Alemanha, o segundo a nível europeu e o quarto a nível mundial.

### 2.2 A CONTINENTAL MABOR

A Continental Mabor nasceu em Dezembro de 1989, como uma empresa ligada à indústria de pneus. O seu nome provém da união de duas empresas de renome na manufactura de pneus, a Mabor, a nível Nacional, e a Continental AG, de dimensão mundial. A Mabor – Manufatura Nacional de Borracha, S.A, foi a primeira fábrica de pneumáticos de Portugal e iniciou a sua laboração em 1946, com assistência técnica prestada pelo General Tire, C°, de Ohio (EUA).

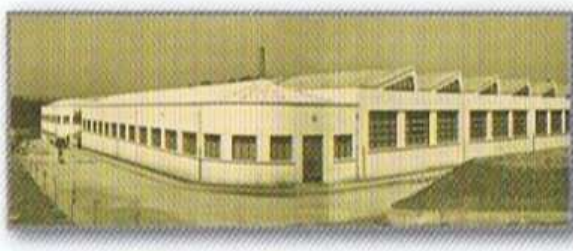


Figura 2.1 - Antigas instalações da Continental Mabor (Recursos Humanos, 2009)

Em Julho de 1990, iniciou-se o grande programa de investimento e reestruturação que transformou as antigas instalações da Mabor numa das mais modernas, comparativamente as 21 unidades industriais de produção de pneus da Continental. Partindo de uma produção média diária de 5.000 pneus por dia em 1990, atingindo volumes de 21.000 pneus por dia em 1996, quadruplicando os volumes de produção em apenas 6 anos. Actualmente a Continental Mabor tem capacidade para produzir em média 51.000 pneus por dia, apresentando-se assim, como uma das principais fábricas do grupo Continental com maiores volumes de produção anual.

Produzindo inicialmente apenas pneus de marca Mabor, a gama da Empresa é, actualmente, muito variada quer em medidas, em tipos, ou em marcas como por exemplo: a Barum, a Continental, a Semperit, a Uniroyal, a Viking, a Gislaved, etc. Neste momento a Continental Mabor inclui no seu portfólio a título de exemplo, pneus destinados a SUV's (*Sport Utility Vehicles*), a veículos de tracção integral e também de pneus para jantes de vinte polegadas, pneus estes geralmente de valor acrescentado.

Neste momento, mais de 97% da produção tem como destino a exportação, abastecendo os dois tipos de mercado existentes. O mercado de substituição absorve cerca de 61% da produção anual da Continental Mabor, enquanto os restantes (39%) é distribuída por vários fabricantes de automóveis (Volkswagen, Audi, Mercedes, BMW, etc).

A Continental Mabor, é a maior e mais lucrativa fábrica das 5 pertencentes ao grupo Continental AG implementadas em Portugal, contando com mais de 1600 colaboradores e um volume de negócios de 744.47 milhões de euros no ano 2011. (Recursos Humanos, 2012)



Figura 2.2 - Atuais instalações da Continental Mabor (Recursos Humanos, 2009)

O departamento da produção de Continental Mabor labora com cinco equipas, três delas à semana e as outras duas ao fim de semana, havendo rotatividade semanal entre as várias equipas. A laboração é contínua durante os sete dias da semana e 24 horas por dia, este departamento está dividido em cinco secções produtivas e dispõe de uma organização com hierarquias bem definidas, de modo a que exista uma comunicação rápida e eficiente.

Desde 1998 que a Empresa está certificada segundo as Normas ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental) e foi a primeira unidade industrial da Península Ibérica a ter o Sistema de Gestão em Saúde Ocupacional e Segurança no Trabalho, certificado conforme as Normas OHSAS 18001, no ano de 2001. (Bernabe, 2012)

### 2.2.1 O Departamento de Engenharia Industrial

Este departamento é o responsável pela gestão industrial da Continental Mabor, reportando directamente à Administração Industrial, como se constata pela Figura 2.3 onde está representado o organigrama da empresa.

O Departamento de Engenharia Industrial é independente de qualquer outra direcção e tem como principal objectivo a optimização de processos, utilizando e combinando diversas ferramentas sempre com vista as melhorias dos processos essencialmente produtivos.

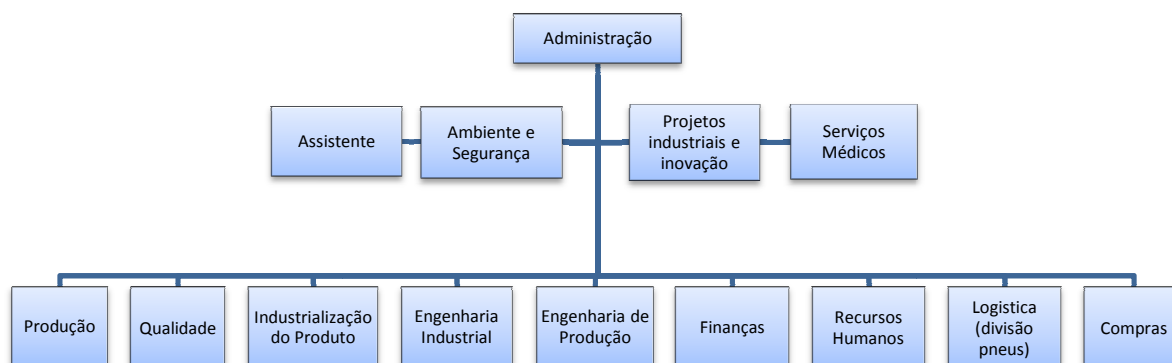


Figura 2.3 - Organigrama da Continental Mabor (Recursos Humanos, 2012)

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este estudo foi desenvolvido no âmbito do Departamento de Engenharia Industrial que actualmente conta com 9 colaboradores a tempo inteiro. Esta direcção tem como principais actividades e responsabilidades as seguintes:

- Estudar e calcular tempos-padrão;
- Elaborar métodos de trabalho;
- Definir o *layout* fabril em conjunto com as outras direcções;
- Calcular capacidades dos equipamentos e indicadores fabris;
- Propor sistemas de prémios e fazer o seu cálculo;
- Propor as necessidades de recursos humanos da produção, procurando de forma continuada a eficiência e a produtividade;
- Efectuar estudos sobre os processos produtivos e participar em projectos de melhoria com outras áreas.

### 2.3 O PNEU

#### 2.3.1 História do Pneu

Os pneus aparecem em meados do século XIX, com o objectivo de tornar as viagens da época menos desconfortáveis, substituindo as rodas maciças de madeira utilizadas até então. Em 1844, Charles Goodyear inventou a vulcanização, processo que seria utilizado mais tarde na fabricação dos pneus. Segundo reza a lenda, esta descoberta foi acidental, enquanto este trabalhava no seu laboratório e derrubou enxofre numa mistura que estava para outros fins. Nessa época, a borracha era apenas uma goma aderente utilizada com o objectivo de impermeabilizar tecidos.

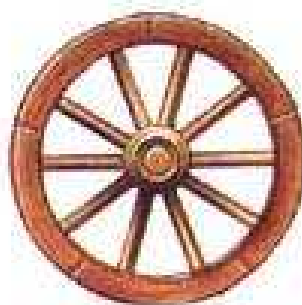


Figura 2.4 - Roda de Madeira (Oliveira, 2012)

Um médico veterinário Escocês chamado John Boyd Dunlop é tido como o pai do pneu moderno, mesmo não tendo sido o primeiro a ter a ideia. Apenas em 1845 foi patenteado, o primeiro pneu por Robert William Thomson, que consistia num tubo interno de lona revestido em couro que conseguiu percorrer distâncias consideráveis para a época. No entanto, existiam diversos problemas de fabricação e a ideia acabou abandonada. Quando Thomson inventou o pneu, a sua finalidade era a utilização nas carruagens da época, já que ainda não existiam bicicletas nem automóveis.

Quando Dunlop reinventou o pneu, sem saber da patente anterior, as bicicletas já estavam numa fase evoluída que permitia a utilização da sua invenção. Dunlop desenvolveu em 1887, para o triciclo do seu filho, um tubo de couro modificado e revestido por borracha. A partir daí não demorou muito para que os tubos internos de borracha, conhecidos actualmente como câmaras-de-ar, fossem inventados e industrializados. Dunlop criou então uma empresa para produzir a sua invenção, que logo teria concorrência de outros fabricantes, culminando na invenção do primeiro pneu para automóveis em 1895, produzido pela Michelin. (Oliveira, 2012)

### 2.3.2 Componentes do Pneu

O pneu é o componente principal na segurança e estabilidade de um veículo, a sua substituição periódica, verificação e calibração são cuidados fundamentais que não poderão ser descuidados para que circulemos com a máxima segurança. As características dos pneus variam segundo a necessidade de cada veículo; o tipo de percursos, a necessidade de cargas mais pesadas ou distâncias maiores a percorrer condicionam a escolha dos pneus. Embora os diversos fabricantes de pneus, produzam variadíssimos tipos e dimensões de pneus, tendo cada fabricante as suas próprias características. (Krüger, 2008)

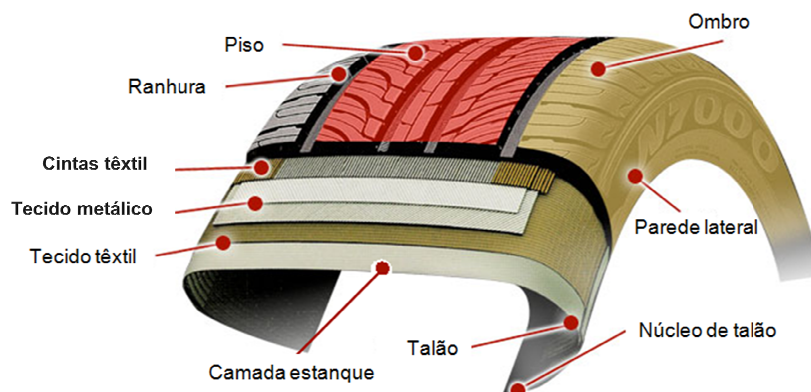


Figura 2.5 - Imagem dos componentes do pneu (adaptado de (Krüger, 2008))

Entre todos os componentes de um pneu, serão descritos mais detalhadamente quatro dos principais, que são: a carcaça, os talões, as paredes laterais e o piso.

#### Carcaça

A carcaça é uma estrutura formada por tecido têxtil de poliéster ou *rayon* impregnado em borracha, este material compósito funciona como esqueleto do pneu. A quantidade e o tipo de material a usar irá definir as características do pneu como a velocidade e a carga suportada por este. Mantendo como uma das principais funções a de retenção do ar sob pressão no seu interior, factor vital no conforto e estabilidade do veículo.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Na estrutura da carcaça também estarão interligados o *innerliner*, camada que funciona como câmara-de-ar em pneus *tubeless* (pneus sem câmara-de-ar), cintas de reforço (*capply*) e cintas metálicas (*breaker*), variando o tipo e quantidade conforme a especificação do pneu.



Figura 2.6 - Carcaça (Pauli, 2009)

### Talões

Os talões têm como principal função a fixação do pneu à jante, garantindo obrigatoriamente uma vedação perfeita, não esquecendo também, que é seu dever assegurar os esforços de aceleração e de travagem, participando na segurança do conjunto pneu/jante. Além destas funções dos talões, alguns pneus de alto desempenho são constituídos por um protector de jante composto por borracha.

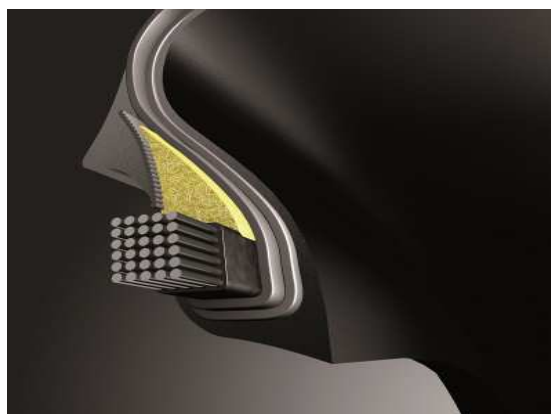


Figura 2.7 - Talões (Pauli, 2009)

### Paredes laterais

As paredes laterais têm como principais funções a participação activa no conforto, ajudando o trabalho da suspensão, suportando as flexões e a resistência aos impactos. Quando se fala em resistência aos impactos, é importante salientar que um pneu não é indestrutível, pois possui um limite de resistência de acordo com as características de construção visando um equilíbrio entre o conforto e a resistência.

Nas paredes laterais encontram-se também todas as informações técnicas referentes ao pneu, como medida, índices de carga e de velocidade, informações de pressão máxima, tipo de construção, lado de montagem ou sentido de rotação, número de série entre outras, como se pode verificar na Figura 2.8 e Figura 2.9.



Figura 2.8 - Paredes laterais (Pauli, 2009)



Figura 2.9 - Legenda das informações técnicas do pneu (adaptado de (Pauli, 2009))

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

### Piso

O piso é a parte mais visível do pneu e tem diversas funções, a destacar o bom desempenho em estradas secas e molhadas, a transmissão de uma boa sensação de condução, baixa resistência ao rolamento e baixo nível de ruído, além de que deverá apresentar uma estética agradável.

Desenhos dos mais diversos tipos de pisos são estudados matematicamente para extrair o máximo possível de água, sem perder as suas características de desempenho, tracção e travagem. Basicamente, quanto menos ranhuras/rasgos um piso tiver, menor será o esforço exercido pela superfície de contacto e mais aderência e tracção será aplicada, como contrapartida o nível de ruído será superior, não esquecendo que o desenho do piso está directamente relacionado com a dissipação de calor, isto é, quanto menor a superfície de contacto com o chão, mais calor será dissipado pelo pneu. Outro ponto importante quando se fala em tracção é a altura dos blocos. Quanto menores estes forem, menor será a oscilação existente e conseqüentemente menor será o esforço aplicado aos tacos, otimizando a reacção quando tracção for necessária. Também presente no piso encontra-se as marcações do TWI (*Tread Wear Indicator*) (Pauli, 2009), que indicam o limite mínimo de segurança de 1,6 mm de profundidade nas ranhuras dos pneus.

Quando se fala de resistência ao rolamento deve também ser tido em conta que quanto menor esta for, menos esforço do conjunto mecânico será exigido para colocar um carro em movimento e mantê-lo, conseqüentemente baixando os níveis de consumo de combustível e poluição ambiental. Alguns dos compostos usados na fabricação de pneus, como a sílica, diminuem a resistência ao rolamento.



Figura 2.10 - Piso (Pauli, 2009)

### 2.3.3 Regulamentação Europeia para a Etiquetagem de Pneus

A regulamentação europeia para a etiquetagem de pneus vai permitir aos fabricantes informar, de forma detalhada, as classificações dos seus produtos. A partir de Novembro de 2012 todos os consumidores terão informação sobre eficiência energética, propriedades de segurança e ruído de novos pneus, através da etiqueta.

Entre categorias, o consumo de combustível aumenta ou diminui entre 0,10 e 0,15 litros por 100 km percorridos, enquanto a distância necessária para imobilizar o automóvel em piso molhado, a 80 km/h, aumenta ou diminui até 6 metros. (Continental AG, 2012)

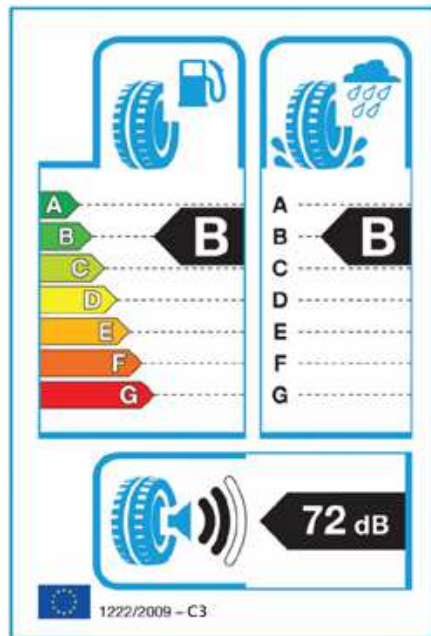


Figura 2.11 - Etiquetas da classificação de pneus (Continental AG, 2012)

### 2.3.4 Descrição Genérica do Processo Produtivo

Como qualquer processo de fabrico de um produto de alta tecnologia, a produção de pneus é complexa e comporta um elevado número de detalhes que têm que ser tidos em consideração. Com este capítulo não se pretende descrever exaustivamente o processo produtivo, mas sim dar uma ideia geral das principais fases do processo.

O processo de fabrico da Continental Mabor está dividido em cinco fases essenciais, asseguradas por cinco departamentos, que constituem as principais etapas para a realização do pneu.

A Figura 2.12 demonstra de um modo genérico e simples os vários departamentos da manufactura dos pneus, incluindo um departamento de testes e de validação da boa qualidade do produto final.



Figura 2.12 - Gráfico de processo da manufactura do pneu

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

### Departamento I – Misturação

Trata-se do início do processo produtivo, onde são misturadas algumas matérias-primas das quais se destacam: a borracha natural, a borracha sintética, os pigmentos, os óleos minerais, a sílica e o negro de fumo.

A produção do composto passa por duas fases independentes antes de ser utilizado no departamento seguinte. A primeira fase é conhecida por produção de *Master* e a segunda por *Final*.



Figura 2.13 - Misturação (Recursos Humanos, 2009)

### Departamento II - Preparação

No departamento da preparação, os materiais são processados e enviados para a fase produtiva seguinte em diferentes tipos de carros de transporte. Esta fase do processo é constituída por extrusoras, calandras e máquinas de corte, onde estes equipamentos são responsáveis pela produção dos materiais como por exemplo: os talões, os pisos, as paredes, telas têxteis e metálicas, etc.



Figura 2.14 - Preparação (Recursos Humanos, 2009)

### Departamento III – Construção

Todos os produtos fabricados nas etapas anteriores são montados nos chamados módulos de construção em duas fases distintas, a KM e a PU. O produto resultante desta etapa é o “pneu em cru” ou “pneu em verde”. A KM é umas partes do módulo e é utilizada para a construção da carcaça do pneu, na outra parte conhecida por PU, montam-se na carcaça as telas metálicas, algumas telas têxteis e finalmente o piso.



Figura 2.15 - Construção (Recursos Humanos, 2009)

### Departamento IV – Vulcanização

Os pneus em verde deixam os módulos de construção através de transportadores automáticos e são levados às cabines de pintura onde são lubrificados no seu interior. Os lotes de pneus pintados ou lubrificados são depois levados em carros para as prensas, onde o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização a elevadas temperaturas e onde os moldes dão o aspecto final ao pneu.



Figura 2.16 - Vulcanização (Recursos Humanos, 2009)

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

### Departamento V – Inspeção Final

Após a vulcanização os pneus seguem através de transportadores automáticos para a Inspeção Final, onde são feitas as verificações visuais e os ensaios necessários para garantir que todos os requisitos de qualidade do pneu são cumpridos. Após a aprovação desta fase, os pneus seguem para o armazém de produto acabado em paletes metálicas através de um transportador aéreo.



Figura 2.17 - Inspeção final (Recursos Humanos, 2009)

## 3 O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

### 3.1 A TECNOLOGIA CONTISEAL

O objectivo dos pneus ContiSeal é aumentar a mobilidade dos automóveis, isto é, este tipo de pneu tem a capacidade de se auto-reparar em casos de furos na superfície do piso do pneu.

O *sealant*, uma espécie de goma, é aplicado dentro do pneu à largura do piso, após o processo da vulcanização deste.

Esta goma envolve e adere ao objecto penetrante do pneu impedindo a saída do ar, tendo capacidade para objectos até 5mm de diâmetro. O *sealant* recobre o local perfurado quando o objecto é retirado do pneu.

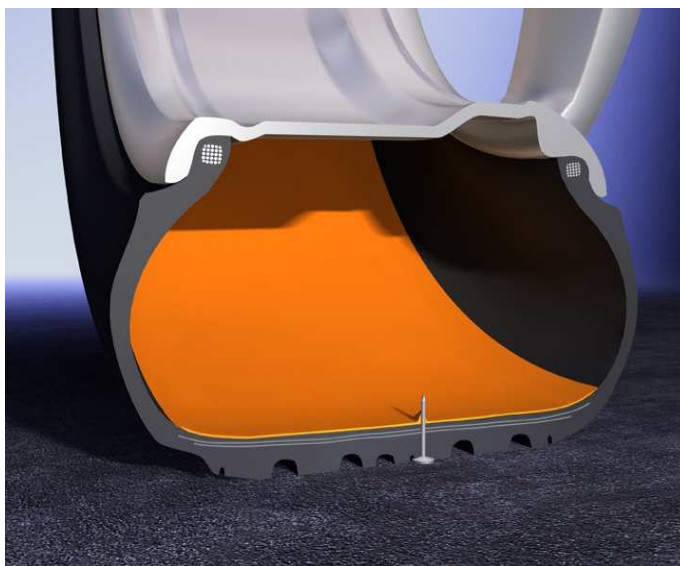


Figura 3.1 - Vista de perfil de um pneu com *sealant* (Gandara, 2010)

### 3.2 APRESENTAÇÃO DA UNIDADE INDUSTRIAL

O ContiSeal é uma unidade industrial que pertence à Continental Mabor. Esta unidade tem como objectivo a aplicação de *sealant* no interior do pneu.

O primeiro protótipo desta tecnologia foi desenvolvido pela GenSeal e lançado para o mercado americano na década de 90. Apenas em 2005 foi tomada a decisão de transferir esta tecnologia para a Europa. Até ao final do ano de 2006 foi desenvolvido e instalado o protótipo na Alemanha, mais precisamente em Hannover, no centro de investigação e desenvolvimento da Continental.

Durante os anos de 2007/2008 é construída a primeira unidade de produção na República Checa com capacidade para aplicar *sealant* em cerca de 500.000 pneus por ano. Nos anos de 2008/2009 é construída a segunda unidade industrial ContiSeal, desta vez em Portugal, com o dobro da capacidade instalada da República Checa. (Gandara, 2010)

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL



Figura 3.2 - Imagem computadorizada do ContiSeal em 2009 (Gandara, 2010)

Devido a questões de confidencialidade empresarial, a descrição das matérias-primas, produtos e subprodutos do processo não será detalhada. Neste sentido, a generalidade dos compostos envolvidos será referenciada através de algarismos ou letras.

A Figura 3.3 apresenta, de uma forma simplificada, todo o fluxo de produção do ContiSeal, tanto dos pneus como das matérias-primas.

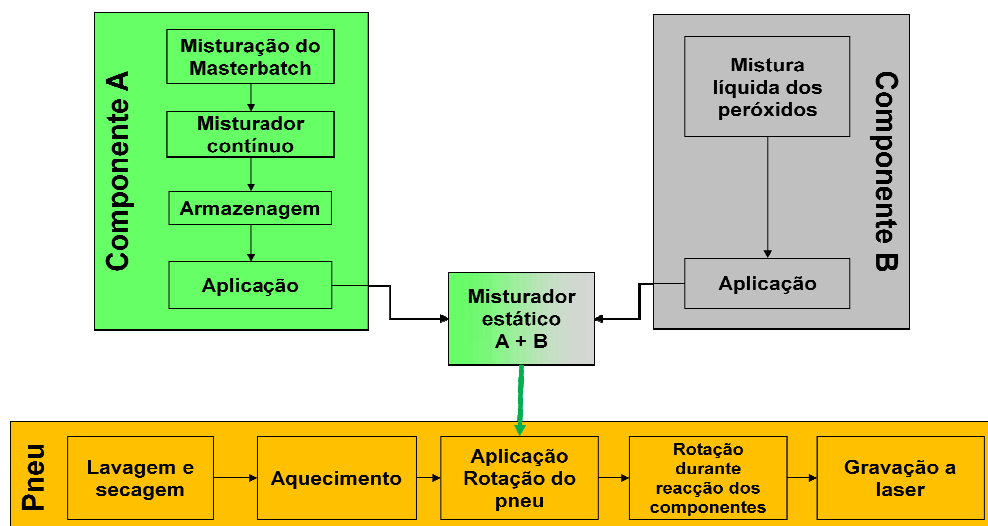


Figura 3.3 - Fluxo do ContiSeal (Gandara, 2010)

### 3.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

De uma forma resumida, a Figura 3.4 esquematiza o processo produtivo com os respectivos fluxos da matéria-prima. Os conceitos utilizados seguem as linhas orientadoras propostas em (Cavaco, et al., 2008)

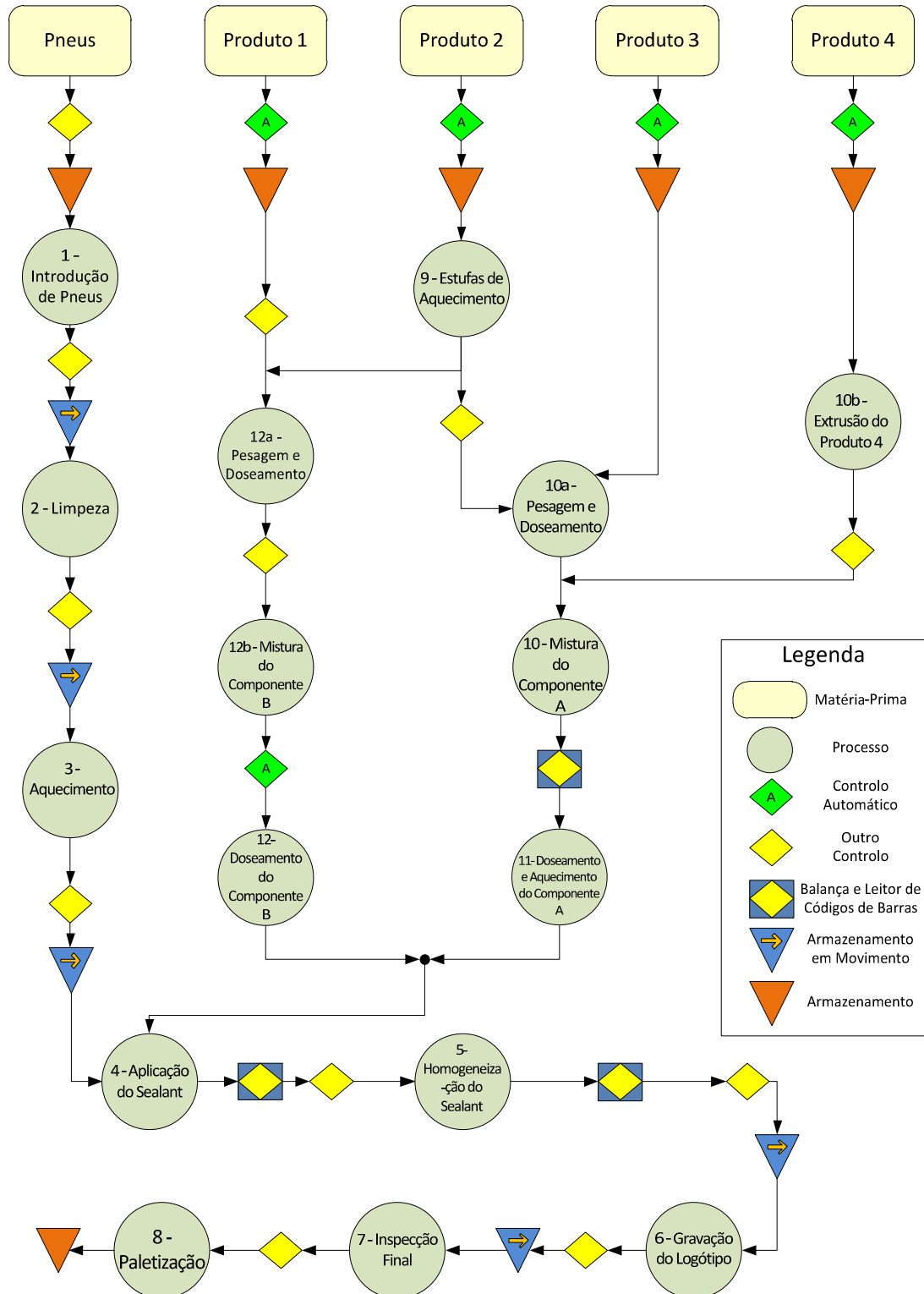


Figura 3.4 - Processo Produtivo do ContiSeal (adaptado de (Azevedo, 2011))

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

O processo produtivo do ContiSeal decompõe-se em três fases distintas e independentes, cada qual envolvendo um fluxo específico de matérias-primas, como se observa na Figura 3.4:

- Produção do componente A;
- Produção do componente B;
- Fluxo dos pneus para a correcta aplicação do *sealant* proveniente da mistura dos componentes A e B.

#### 3.3.1 Produção do Componente A

Na elaboração do componente A são necessários três produtos, identificados como produto 2, 3 e 4 na Figura 3.5.

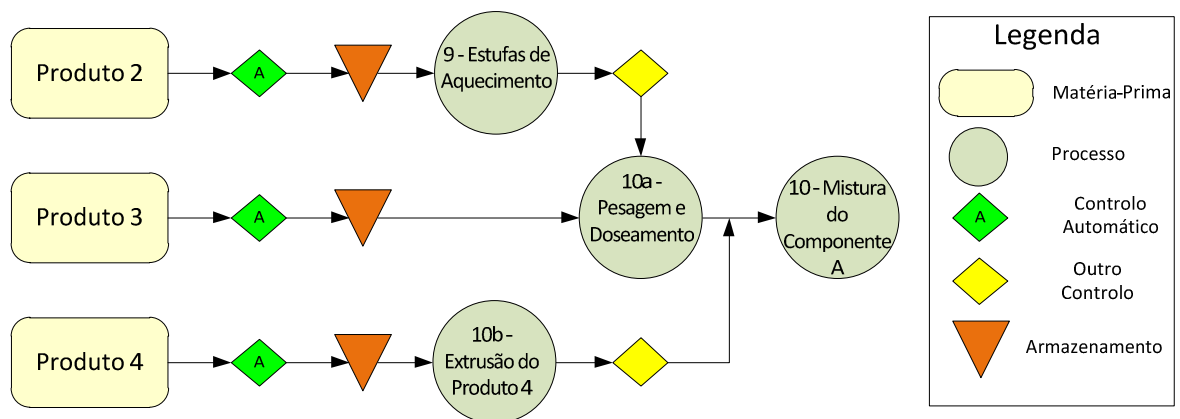


Figura 3.5 - Fluxo produtivo do componente A (Azevedo, 2011)

Devido às características físicas do produto 2 à temperatura ambiente, este tem de ser aquecido para permitir a fluidez e mistura necessariamente homogénea com o produto 3. Este aquecimento é realizado nas estufas que estão representadas na Figura 3.6 através do seu *layout*.

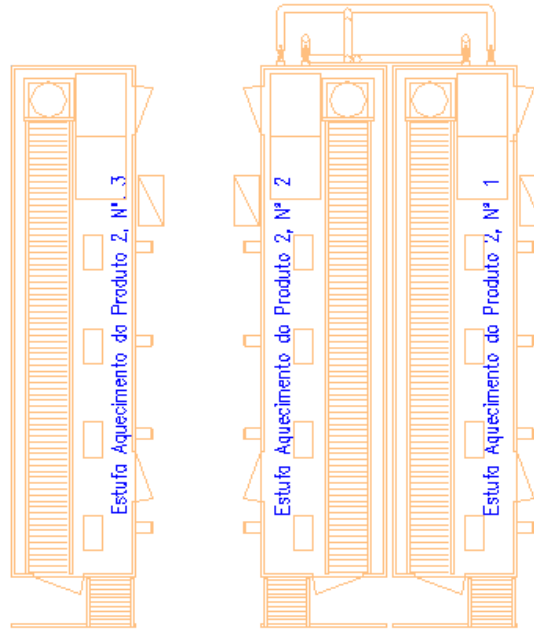


Figura 3.6 - *Layout* das estufas de aquecimento do produto 2

Estas estufas estão preparadas para aquecer bidões de 200L do produto 2 que, após atingir a temperatura necessária, irá fluir através de um sistema de tubagens até às balanças onde se realiza a mistura com o produto 3.

Após a correcta combinação entre estes dois produtos, o resultante será misturado faseadamente com o produto 4, de forma a garantir uma boa homogeneização dos três produtos, formando o componente A.

A mistura entre estes três produtos acontece na extrusora/misturadora. Este equipamento é fundamental na liquefacção do produto 4, base para uma boa mistura com os produtos 2 e 3. Será no decorrer deste processo de extrusão que ocorrerá a mistura entre os três produtos ao longo do fuso da extrusora/misturadora.

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

O *layout* representado na imagem seguinte refere-se à extrusora/misturadora utilizada neste processo de produção do Componente A.

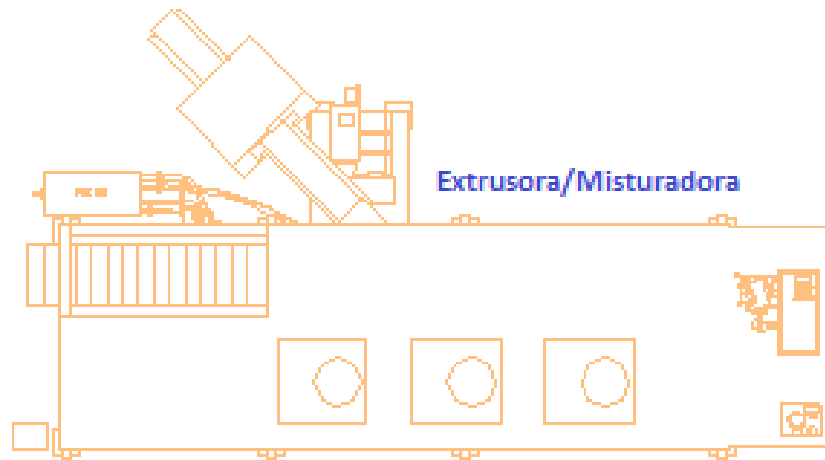


Figura 3.7 - *Layout* da Extrusora/Misturadora

Este equipamento, devido às especificidades do processo de extrusão e mistura dos vários produtos associados à produção do componente A, está sistematicamente em funcionamento, e como tal, é fundamental o armazenamento deste componente, o qual é realizado no acumulador.

O acumulador é constituído por 4 silos que garantem a recirculação entre eles do componente A, de modo que este não perca as características necessárias para a consequente mistura com o componente B que resultará no *sealant*.

#### 3.3.2 Produção do Componente B

A produção deste componente é bastante mais simples do que a produção do componente A. Este resulta apenas da mistura do produto 1 com o produto 2, este último já utilizado na produção do componente A.

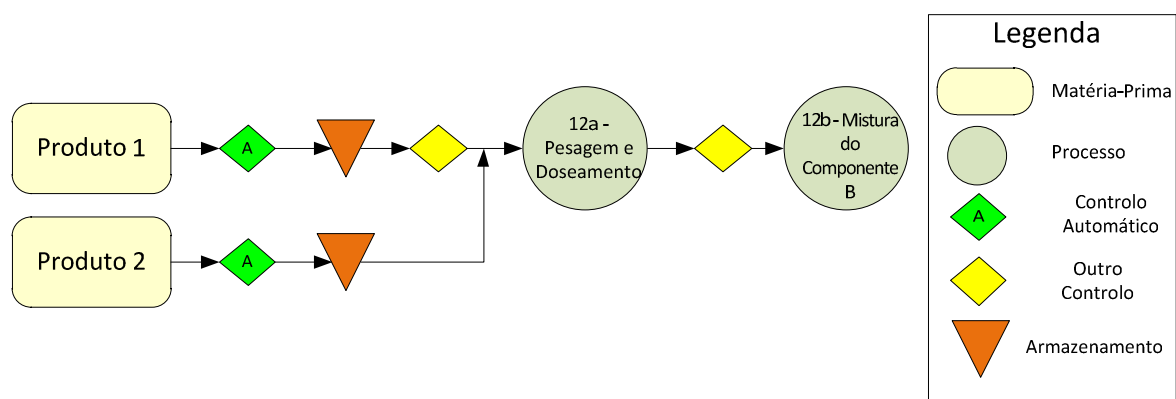


Figura 3.8 - Fluxo produtivo do componente B (Azevedo, 2011)

O equipamento necessário para a produção deste componente B é um simples tanque de mistura, que está representado na Figura 3.9.

Após a mistura entre os dois produtos, que originam o componente B, este é bombeado para o *robot* aplicador de *sealant* onde irá finalmente misturar-se com o componente A.

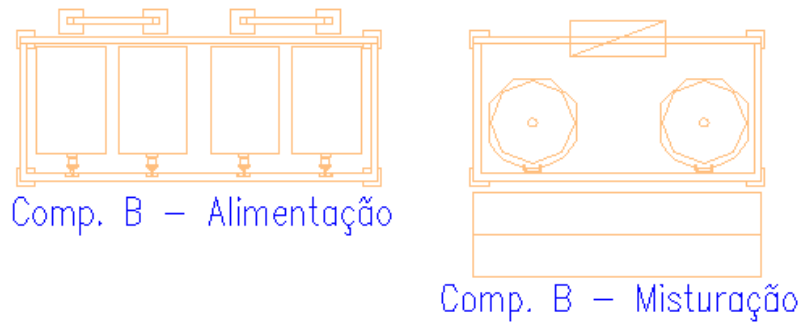


Figura 3.9 - Estação de produção do componente B

A mistura destes dois componentes é bastante sensível e complexa, pois esta resulta numa goma muito pegajosa que tem obrigatoriamente de ser utilizada de imediato. Caso esta mistura (*sealant*) permaneça no *robot* aplicador demasiado tempo pode bloquear e danificar o próprio equipamento.

Sendo assim, se o *sealant* não for utilizado na aplicação de imediato, então, este será desperdiçado e colocado num bidão instalado junto ao *robot* para esse efeito.

### 3.3.3 Fluxo do Pneu

O fluxo de pneus na linha de produção do ContiSeal é um processo crucial ao bom desempenho da unidade industrial.

A linha de produção do ContiSeal é totalmente automatizada, onde os únicos passos que requerem intervenção directa do operador resumem-se à introdução do pneu na linha e à sua inspeção final antes de ser paletizado.

De forma automatizada, após a sua introdução, o pneu passa de subprocesso a subprocesso sem intervenção humana, excluindo alguns testes de qualidade que são realizados aos pneus de forma a garantir que os subprocessos decorrem dentro dos valores especificados, para a obtenção de um produto final de excelente qualidade.

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

Neste subcapítulo descreve-se a sequência dos subprocessos ligados ao pneu, explicando-se de uma forma resumida a lógica de cada um.

A Figura 3.10 representa o fluxo de pneus desde a palete onde é armazenado, e a correspondente introdução na linha de produção, até ao fim do processo após ser inspeccionado e paletizado. Apresenta também o número de máquinas em cada um dos subprocessos e os seus respectivos fluxos em cada linha de produção.

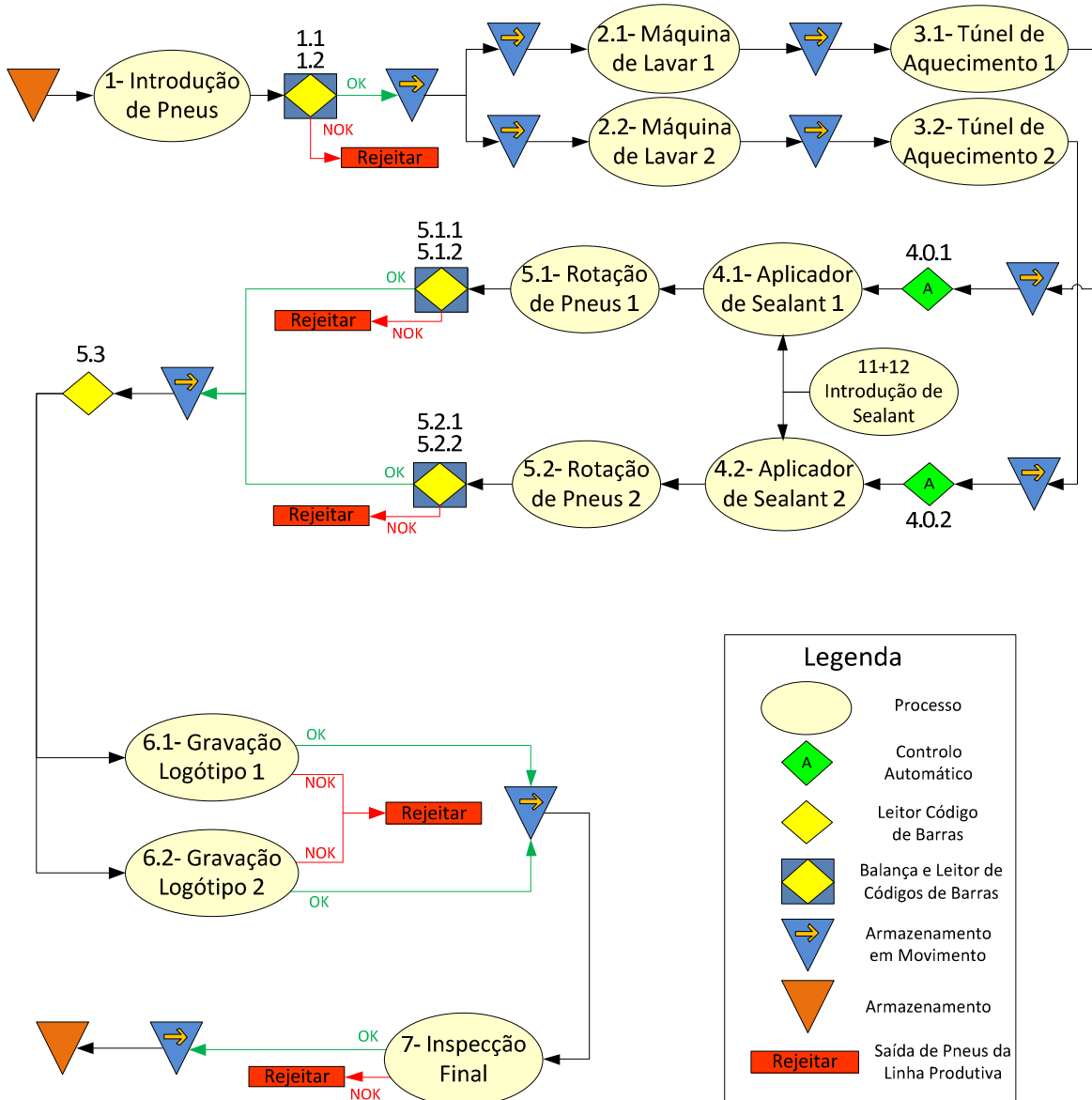


Figura 3.10 - Fluxo actual do pneu ContiSeal

O primeiro passo do fluxo do pneu está representado na Figura 3.11, e corresponde à colocação do pneu na linha de produção (1), onde será lido o código de barras e pesado (1.1 e 1.2), guardando estas informações numa base de dados, para que mais tarde seja possível validar a quantidade de *sealant* colocado no pneu.

Se por algum motivo o pneu não for válido, este será rejeitado para uma passadeira colocada paralelamente.

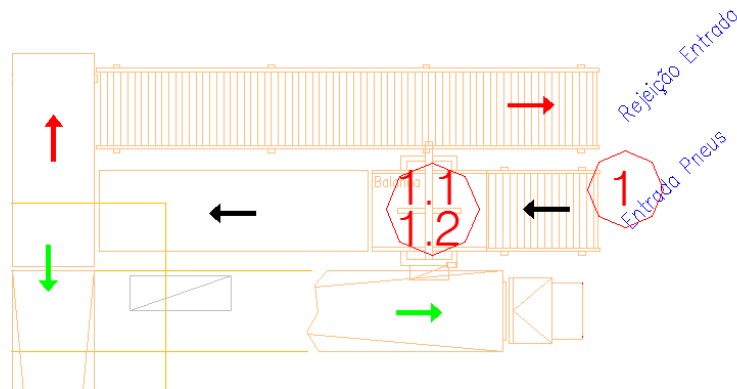


Figura 3.11 - Entrada e validação do pneu na linha de produção

Após a introdução e correspondente validação do pneu, este é transportado através de passadeiras até ao subprocesso seguinte. A máquina de lavar, representada na imagem seguinte pelo seu *layout*, é responsável por lavar o interior do pneu onde mais tarde será aplicado o *sealant*. O intuito desta lavagem é a remoção do lubrificante utilizado na produção do pneu, que pode prejudicar uma boa adesão do *sealant* ao interior do pneu.

Esta máquina lava e seca dois pneus de cada vez. A lavagem é efectuada com água quente, com um detergente biodegradável e com o auxílio de escovas concebidas para o efeito. Após lavagem, o pneu é seco através de sopradores de ar quente.

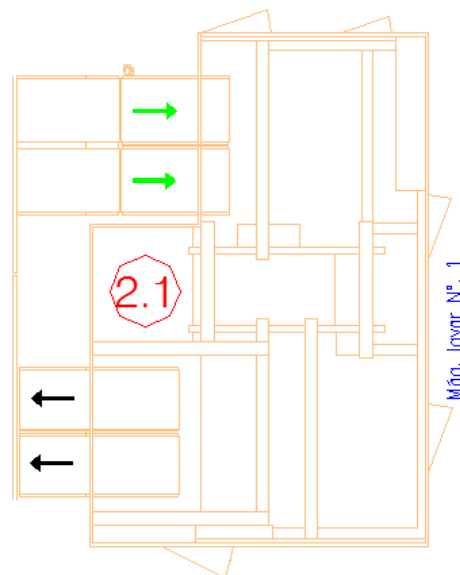


Figura 3.12 - Layout da máquina de lavar

O passo seguinte está associado ao aquecimento do pneu, exclusivamente do seu interior. Para este efeito é utilizado um túnel de aquecimento, constituído por passadeiras onde o pneu se desloca muito lentamente de modo a receber o calor transmitido por bombas colocadas no interior do túnel. O objectivo deste subprocesso é aquecer o interior do pneu até atingir a

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

temperatura especificada pelo processo, com a finalidade de melhorar a adesão do *sealant* à camada interior do pneu.

Actualmente este túnel encontra-se dividido em dois, cada um deles com duas passadeiras. Os pneus, após a sua lavagem, seguem para o túnel não havendo no momento flexibilidade entre as linhas, isto é, o pneu lavado na máquina de lavar nº1 tem obrigatoriamente de seguir para o túnel de aquecimento nº1, sucedendo o mesmo para a 2ª linha.

O *layout* do túnel de aquecimento está representado de forma ilustrativa na Figura 3.13.

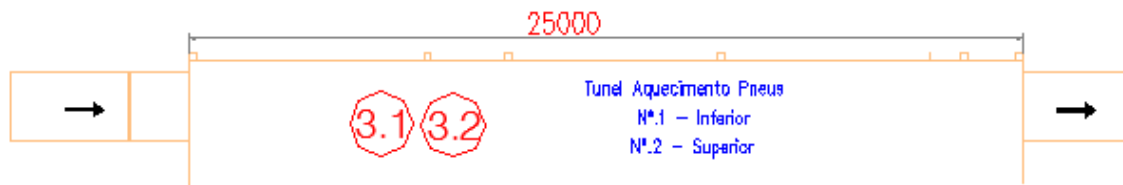


Figura 3.13 - *Layout* do túnel de aquecimento

Após o aquecimento do pneu à temperatura pretendida, este desloca-se pela passadeira que dá acesso ao *robot* aplicador de *sealant* (4.1). Antes de chegar à estação de centragem, a temperatura do interior do pneu vai ser medida com recurso a um pirómetro (4.0.1), este irá enviar a informação relativa à temperatura ao *robot*, de modo a que este aplique o respectivo *sealant* caso o pneu cumpra os requisitos do processo.

O *layout* seguinte representa o local do pirómetro (4.0.1), da estação de centragem, o *robot* aplicador e a estação de doseamento.

A estação de doseamento é responsável por enviar para o *robot* as quantidades certas do componente A e do componente B, para que no *robot*, seja feita a mistura nas proporções correctas originando *sealant* de qualidade.

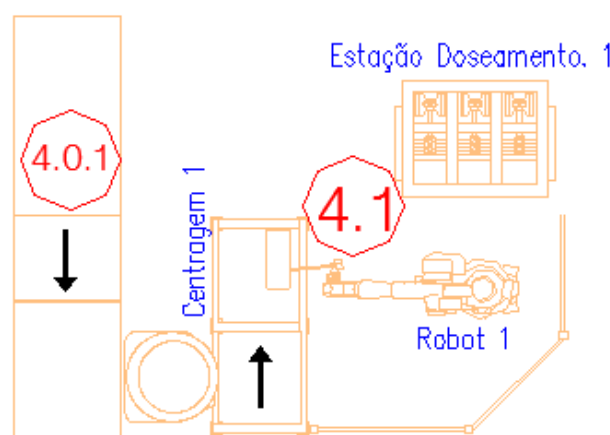


Figura 3.14 - *Layout* do *robot* aplicador de *sealant*

Na estação de centragem, o pneu está em rotação enquanto recebe o *sealant* proveniente do *robot*, esta rotação é vital para garantir uma boa homogeneização da aplicação do *sealant*. Como

tal, o pneu continua em rotação no subprocesso seguinte por um tempo mínimo especificado pelo processo.

O equipamento seguinte, que garante a rotação do pneu, é bastante simples mas tem uma enorme importância na qualidade final do processo ContiSeal.

O *layout* seguinte além de representar o equipamento de rotação de pneus (5.1), mostra também o leitor de códigos de barras e a respectiva balança (5.1.1 e 5.1.2).

Nesta fase do processo, a balança enviará a informação do peso actual do pneu após a aplicação do *sealant*. O pneu que foi lido à entrada e onde registado o seu peso inicial, irá agora estar sujeito à validação por peso desde a sua entrada até a aplicação do *sealant*, de modo a garantir que a quantidade de *sealant* inserida no pneu está dentro dos valores especificados.

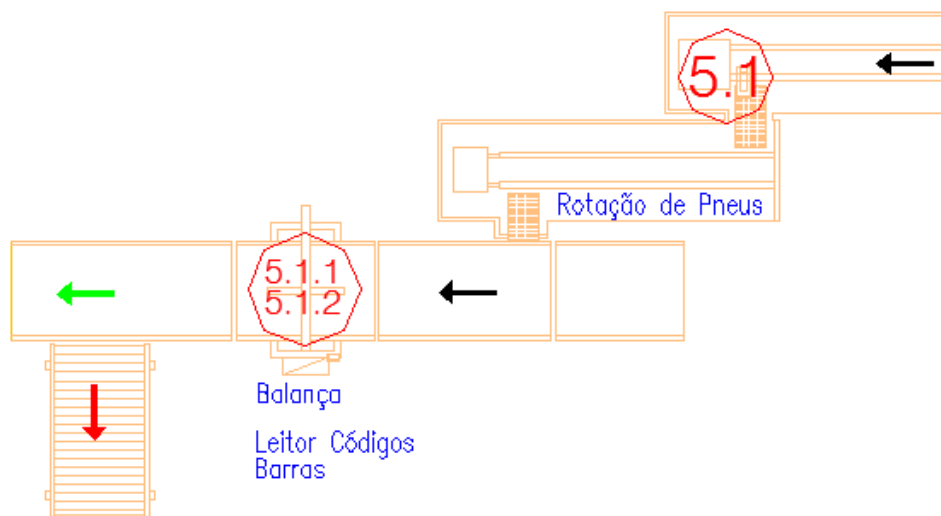


Figura 3.15 - *Layout* do equipamento de rotação de pneus

Após este subprocesso, as linhas de produção voltam a unir-se. Os pneus seguem através de passadeiras para o subprocesso seguinte.

O subprocesso seguinte é responsável por identificar o pneu como sendo um pneu ContiSeal. Para isso é utilizado um laser munido com uma câmara que irá visualizar a parede lateral do pneu e reconhecer o local onde irá gravar o logótipo, que se encontra representado na Figura 3.16.



Figura 3.16 - Logótipo do pneu ContiSeal (Gandara, 2010)

O equipamento tem a capacidade de reconhecer o local de gravação, uma vez que este é indicado pelo operador na primeira vez que o pneu é utilizado no processo ContiSeal.

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

Caso o pneu não seja reconhecido, este será rejeitado para uma passadeira própria, para que mais tarde o operador possa analisar os motivos pelos quais o processo de gravação não tenha sido bem sucedido. O *layout* do laser e das passadeiras de saída (dois níveis de passadeira) estão representados na imagem seguinte.

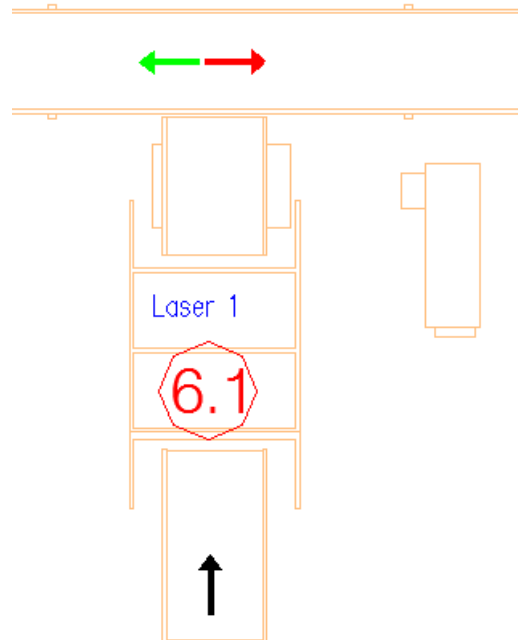


Figura 3.17 - *Layout* do laser gravador do logótipo

Por fim, o pneu segue para a inspeção final. Neste subprocesso, o pneu encontrar-se-á em rotação com o auxílio de uma máquina específica para o efeito (Inspectomat), onde o operador especializado em inspeção o irá analisar. Esta inspeção resume-se à análise do interior do pneu com a finalidade de verificar a correcta aplicação do *sealant* e à validação da gravação do logótipo.

A Inspectomat é composta por um sistema de rolos, que garante a rotação do pneu para facilitar a inspeção, incluindo também um leitor de códigos de barras. Após a inspeção, o operador irá inserir num computador a avaliação final ao pneu, registando na base de dados o resultado sobre a qualidade do pneu associado ao código de barras.



Figura 3.18 - *Layout* do subprocesso da inspeção visual

Após validação positiva do pneu, este será paletizado e armazenado temporariamente no armazém do ContiSeal para pneus com *sealant*. Mais tarde, as paletes serão enviadas para o armazém central da Continental Mabor, que usufrui de maior capacidade de armazenamento, sendo estes posteriormente enviados para o cliente final.

### 3.4 LAYOUT ACTUAL DO CONTISEAL

A Figura 3.19 representa o *layout* actual da área fabril e de armazenamento de pneus desta unidade industrial.

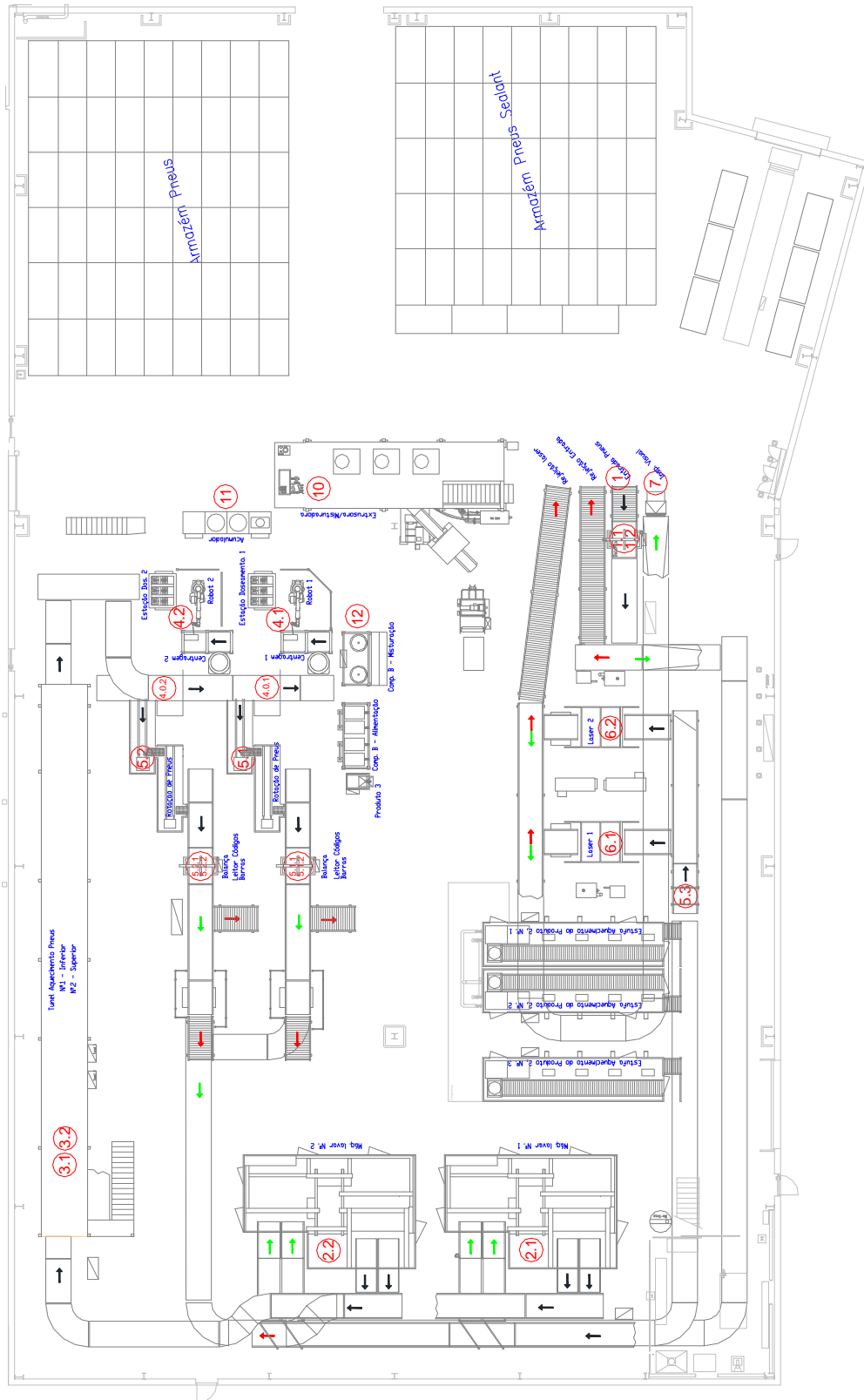


Figura 3.19 - Layout Actual do ContiSeal

#### 3.5 CAPACIDADES ACTUAIS DO CONTISEAL

Neste subcapítulo, serão analisadas as capacidades de cada subprocesso da linha de produção para a aplicação de *sealant*, esta análise teve em consideração os conceitos leccionados durante o Mestrado de Gestão Industrial (Ávila, 2005). Os processos analisados podem limitar a capacidade global de toda instalação, sendo para isso necessária uma análise detalhada de cada subprocesso, de modo a avaliar quais as necessidades que permitam corresponder ao volume de produção previsto para este projecto.

Contudo, a análise das capacidades relacionadas com alguns dos subprocessos não será realizada detalhadamente, pois estes demonstraram através das análises anteriormente realizadas, capacidades muito superiores aos outros subprocessos e correspondentemente às necessidades globais da unidade industrial. Os subprocessos que demonstraram tais capacidades e que não foram introduzidos no relatório são os seguintes:

- Produção do componente B:
  - Alimentação dos produtos 1 e 2;
  - Mistura dos produtos 1 e 2;
- Produção do componente A:
  - Alimentação do produto 2 e 3;
  - Mistura dos produtos 2 e 3;
- Transporte de pneus dentro do processo ContiSeal;
- Introdução de pneus na linha de produção;
- Túnel de aquecimento de pneus;
- Rotação de pneus após aplicação de *sealant*, pois este subprocesso encontra-se associado ao *robot* aplicador de *sealant*.

De toda a linha de produção serão analisadas as capacidades dos seguintes subprocessos:

- Lavagem/limpeza dos pneus;
- Aplicadores de *sealant*;
- Gravação do logótipo;
- Inspecção final;
- Extrusora/misturadora que abastece de componente A os aplicadores.

### 3.5.1 Ciclos dos Subprocessos Produtivos

#### Lavagem/limpeza dos pneus

Relativamente à lavagem ou limpeza do interior do pneu, os ciclos actuais deste subprocesso estão apresentados na Tabela 3.1:

Tabela 3.1 - Tempo de ciclo das máquinas de lavar

Tipo de Pneu	Ciclo (s)	Quantidade de Pneus (%)
Artigo 1	82,5	2,38%
Artigo 2	82,6	11,36%
Artigo 3	82,5	3,33%
Artigo 4	86,5	13,83%
Artigo 5	85,1	6,56%
Artigo 6	88,3	0,95%
Artigo 7	85,1	3,25%
Artigo 8	87,5	11,78%
Artigo 9	86,5	35,34%
Artigo 10	82,5	2,93%
Artigo 11	82,1	5,25%
Artigo 12	90,5	1,52%
Artigo 13	93,3	1,53%
<b>Total</b>	<b>85,3</b>	<b>100,0%</b>
<b>Tempo médio de ciclo em função do volume de produção</b>		<b>85,65s</b>

Estes equipamentos lavam dois pneus em simultâneo, isto é, para uma correcta análise, o tempo de ciclo completo deve ser dividido por dois, indicando assim a cadência de saída de cada pneu. O ciclo deste processo demora 85,65s por dois pneus, que equivale a 42,82s por pneu.

### 3. O SISTEMA PRODUTIVO CONTISEAL

#### Aplicação de *sealant*

Os tempos de ciclo deste subprocesso dividem-se na centragem do pneu e na aplicação do *sealant*. Os dados da Tabela 3.2 são referentes ao tempo total do subprocesso, incluindo entrada do pneu da estação de centragem, a aplicação do *sealant* e a respectiva saída do pneu da estação.

Tabela 3.2 - Tempo de ciclo dos aplicadores de *sealant*

Tipo de Pneu	Ciclo (s)	Quantidade de Pneus (%)
Artigo 1	39,0	2,38%
Artigo 2	42,8	11,36%
Artigo 3	43,3	3,33%
Artigo 4	46,0	13,83%
Artigo 5	45,4	6,56%
Artigo 6	48,4	0,95%
Artigo 7	46,2	3,25%
Artigo 8	46,3	11,78%
Artigo 9	47,5	35,34%
Artigo 10	41,8	2,93%
Artigo 11	40,3	5,25%
Artigo 12	48,8	1,52%
Artigo 13	57,8	1,53%
<b>Total</b>	<b>45,2</b>	<b>100,0%</b>

<b>Tempo médio de ciclo em função do volume de produção</b>	<b>45,72s</b>
---	---------------

O tempo de ciclo médio, ponderado em função das quantidades de cada tipo de pneu utilizado na aplicação do *sealant*, é de 45,72s por ciclo.

### Gravação do logótipo

Como se pode verificar na Tabela 3.3, e através da distribuição do volume de produção, o valor de ciclo médio ponderado é de 24,63s por pneu em cada uma das máquinas.

Tabela 3.3 - Tempo de ciclo da gravação do logótipo

Tipo de Pneu	Ciclo (s)	Quantidade de Pneus (%)
Artigo 1	25,3	2,38%
Artigo 2	24,8	11,36%
Artigo 3	24,7	3,33%
Artigo 4	24,2	13,83%
Artigo 5	24,7	6,56%
Artigo 6	24,7	0,95%
Artigo 7	25,1	3,25%
Artigo 8	23,5	11,78%
Artigo 9	25,0	35,34%
Artigo 10	22,9	2,93%
Artigo 11	24,2	5,25%
Artigo 12	26,5	1,52%
Artigo 13	27,0	1,53%
<b>Total</b>	<b>24,8</b>	<b>100,0%</b>

<b>Tempo médio de ciclo em função do volume de produção</b>	<b>24,63s</b>
---	---------------

O ciclo produtivo deste subprocesso é cerca de 50% mais rápido do que os outros subprocessos analisados, como tal, não existe acumulação de pneus à entrada dos lasers de gravação do logótipo. A não acumulação de pneus à entrada deste subprocesso, provoca uma maior utilização do laser que está localizado à entrada, tendo este uma taxa de ocupação a rondar os 80% enquanto o segundo laser está em funcionamento em cerca de 30 a 35% do tempo disponível.

### Inspeção final do pneu ContiSeal

O subprocesso da inspeção final é efectuado por um operador especializado, cumprindo o método de trabalho (Pereira, 2012). Esta inspeção tem carácter manual e visual, sendo auxiliado por uma máquina conhecida por Inspectomat.

Cada pneu resultante deste processo de fabrico passa pela inspeção final, garantindo que 100% dos pneus ContiSeal são inspeccionados e validados no final do processo, antes do envio para o armazenamento.

Na Tabela 3.4 é possível analisar os ciclos de inspeção de cada artigo.

Tabela 3.4 - Tempos de ciclo da inspeção final

Tipo de Pneu	Ciclo (s)	Quantidade de Pneus (%)
Artigo 1	17,0	2,38%
Artigo 2	18,3	11,36%
Artigo 3	18,3	3,33%
Artigo 4	19,4	13,83%
Artigo 5	19,2	6,56%
Artigo 6	20,4	0,95%
Artigo 7	19,5	3,25%
Artigo 8	19,5	11,78%
Artigo 9	20,0	35,34%
Artigo 10	17,7	2,93%
Artigo 11	17,0	5,25%
Artigo 12	20,6	1,52%
Artigo 13	24,4	1,53%
<b>Total</b>	<b>19,3</b>	<b>100,0%</b>

<b>Tempo médio de ciclo em função do volume de produção</b>	<b>19,34s</b>
---	---------------

Neste processo de validação de qualidade do artigo final o ciclo médio ponderado é de 19,34s por pneu.

### Extrusora/misturadora que abastece os aplicadores de componente A

O componente A perfaz 91% da composição final do *sealant*.

Esta máquina tem por objectivo garantir o abastecimento aos acumuladores do próprio componente A, estes silos precedem os *robots* aplicadores de *sealant*, onde se realiza a mistura do componente A e B.

Como qualquer outra máquina ou processo, está limitada a uma capacidade máxima em função das especificações técnicas, tanto da máquina como mais uma vez do processo. Esta extrusora/misturadora pode produzir 230 kg por hora de componente A.

Este subprocesso é paralelo à linha de produção, como tal, a disponibilidade deste equipamento difere da disponibilidade da linha de produção. Com base no histórico de avarias e de manutenções preventivas, considera-se que esta máquina tem uma disponibilidade a rondar os 95% do tempo útil, o equivalente a 22,80 horas por dia. Com o mesmo histórico verifica-se um desperdício de 5% do produto proveniente desta máquina.

Em função destes dados, calcula-se a capacidade de produção através da multiplicação de 22,8horas x 230kg x 95% de eficiência, o que perfaz um total de 4980kg por dia de componente A.

Tabela 3.5 - Consumo médio de *sealant* por pneu

Tipo de Pneu	Peso <i>Sealant</i> (kg)	Quantidade de Pneus (%)
Artigo 1	1,1	2,38%
Artigo 2	1,2	11,36%
Artigo 3	1,2	3,33%
Artigo 4	1,3	13,83%
Artigo 5	1,3	6,56%
Artigo 6	1,4	0,95%
Artigo 7	1,4	3,25%
Artigo 8	1,4	11,78%
Artigo 9	1,4	35,34%
Artigo 10	1,2	2,93%
Artigo 11	1,1	5,25%
Artigo 12	1,5	1,52%
Artigo 13	1,8	1,53%
<b>Total</b>	<b>1,3</b>	<b>100,0%</b>

<b>Consumo de componente A médio em função do volume de produção</b>	<b>1,33kg</b>
--	---------------

Na Tabela 3.5 é possível constatar os consumos de *sealant* por tipo de pneu. A partir desta torna-se possível concluir que o valor médio de *sealant* por pneu se situa nos 1,33kg. Sabendo que apenas 91% deste peso é proveniente da máquina em análise, pode-se então dizer que o valor final da capacidade deste subprocesso é 4980kg / (91% x 1,33kg)  $\approx$  4110 pneus por dia.

### 3.5.2 Análise de Tempos Perdidos

Um dos pontos chaves para uma correcta análise da capacidade instalada, baseia-se no registo dos tempos perdidos que afectam no global a capacidade da unidade industrial. Os resultados apresentados na Tabela 3.6 têm como base os registos desde Fevereiro de 2011 a Julho de 2012. Como este processo de aplicação de *sealant* funciona numa linha de produção sequencial, os tempos perdidos analisados serão uma compilação de todas as perturbações que afectam a capacidade instalada, associada ao fluxo de pneus e aos subprocessos interinamente ligados à produção.

Na tabela seguinte pode-se verificar os tempos perdidos por grupo de perdas:

Tabela 3.6 - Tempos perdidos do fluxo de pneus do ContiSeal

Descrição do Tempo Perdido	Tempo (%)
Sem Plano	0,00%
Manutenção Preventiva	2,70%
Refeições e Descanso	0,00%
Desenvolvimentos e Testes	0,33%
Mudanças de Artigo	3,81%
Manutenção Curativa	7,87%
Baixa Eficiência	0,10%
Atrasos na Produção	0,49%
Produção Não Conforme	0,04%
<b>Total de Tempo Perdido</b>	<b>15,35%</b>
<b>Total de Útil de Produção</b>	<b>84,65%</b>

Após recolha dos dados apresentados na Tabela 3.6, percebe-se que apenas 84,65% das 24 horas do dia são efectivamente produtivas. O que representa cerca de 20,3 horas do dia, correspondendo a 1218 minutos disponíveis para produção.

As cores apresentadas na Tabela 3.6 são padronizadas pela Engenharia Industrial da Continental AG, onde cada cor corresponde a um grupo de tempos perdidos. Estas cores são utilizadas pelas unidades industriais do grupo Continental AG.

### 3.5.3 Resumo das Capacidades dos Vários Subprocessos do ContiSeal

Após o levantamento por amostragem dos vários subprocessos da unidade industrial do ContiSeal, a Tabela 3.7 apresenta o resumo dessa análise.

Tabela 3.7 - Resumo das capacidades dos vários subprocessos analisados

Processo	Nº de Máquinas	Tempo de Ciclo (s)	Disponibilidade diária (min)	Capacidade diária (pneus)
Lavagem/limpeza dos pneus	2	42,82	1218	3413
<b>Aplicação de <i>sealant</i></b>	<b>2</b>	<b>45,72</b>	<b>1218</b>	<b>3197</b>
Gravação do logótipo	2	24,63	1218	5934
Inspeção final	1	19,34	1218	3779
Produção de Componente A	1		1368	4110

Como se pode constatar através desta tabela, o subprocesso com o ciclo maior, ou mais lento, está localizado nos aplicadores de *sealant*, vulgarmente denominados num processo com estas características como *bottleneck* ou o processo limitante de maiores volumes de produções.

Assume-se então, que esta unidade tem capacidade para aplicar *sealant* em cerca de 3200 pneus por dia em média, valor proveniente do subprocesso limitante de toda a unidade industrial, a aplicação de *sealant*. Tendo em conta os 320 dias disponíveis para produção, torna-se possível avançar que a capacidade anual expectável do ContiSeal é de 1.024.000 aplicações por ano.



## 4 EXECUÇÃO DO PROJECTO

### 4.1 O DESAFIO

O principal desafio deste projecto, que visa o aumento de capacidade do processo de produção ContiSeal, é a complexidade inerente à integração das diferentes especificidades dos múltiplos subprocessos envolvidos. Como referido na introdução deste relatório, o objectivo é aumentar para 4688 aplicações de *sealant* por dia, o que corresponde a um aumento de 50%. A diferença de produção diária conduz ao objectivo final de aumentar em 500.000 aplicações por ano, mantendo os 320 dias úteis disponíveis para produção.

Como demonstrado no capítulo anterior existem alguns subprocessos sem a capacidade necessária para cumprir o objectivo das 4688 aplicações de *sealant* por dia, exigindo-se por isso um aumento directo no número de máquinas associadas a cada um desses subprocessos.

Além dos constrangimentos directamente relacionados com falta de capacidade em alguns dos subprocessos, outro desafio lançado pelo financiador/patrocinador deste projecto de expansão (Continental AG) é reduzir ao máximo os dias de não produção directamente relacionados com a implementação do projecto de expansão. Isto é, a Continental Mabor deve fazer todos os esforços no sentido de realizar todas obras e realocações de máquinas com o menor impacto possível nas produções diárias, para não afectar os volumes de produção actuais e, consequentemente, não prejudicar de todo qualquer cliente com encomendas já assumidas e planeadas.

Devido ao ambicioso prazo de realização do projecto: estudo, projecto e execução devem estar terminados no final do primeiro semestre de 2013, a minimização do impacto da sua implementação na produção diária é, de facto, um objectivo desafiante que requer um elevado esforço a vários níveis.

A conclusão do projecto no prazo definido vai permitir à Continental AG assumir perante os clientes entregas de pneus ContiSeal provenientes deste novo *layout* a partir do dia 1 de Julho de 2013, traduzindo-se este facto numa vantagem concorrencial.

Esta data deve contemplar todas as fases de testes das novas máquinas, não esquecendo que algumas destas máquinas resultam de protótipos, desenvolvidas em parcerias com várias entidades externas, sendo sempre necessário manter o foco nos interesses da Continental Mabor que neste caso assume o papel de Cliente.

## 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

### 4.2 NECESSIDADES DO PROJECTO DE EXPANSÃO

Para o cumprimento do objectivo, será necessária a aquisição de novas máquinas que garantam o volume mínimo diário de 4688 aplicações de *sealant* diárias. Neste momento a unidade industrial do ContiSeal tem alguns dos seus subprocessos com capacidades inferiores aos do objectivo desta expansão.

Os subprocessos que requerem mais máquinas e postos de trabalho são:

- Lavagem/limpeza dos pneus;
- Extrusora/misturadora que os aplicadores com componente A;
- Aplicadores de *sealant*;
- Inspecção final.

Como tal, será necessária uma máquina para aumentar a disponibilidade de pneus limpos, uma vez que o actual processo constituído por duas máquinas de lavar, apenas permite lavar 3413 pneus/dia, menos 1563 do que necessário.

Um subprocesso também limitante é o abastecimento do componente A para consequente mistura do *sealant* realizada no *robot* aplicador. A actual extrusora/misturadora, com capacidade de produzir componente A para 4110 pneus, encontra-se aquém dos 4688 necessários, sendo fundamental a aquisição de mais uma extrusora/misturadora.

Outro subprocesso limitante que simultaneamente é o *bottleneck* do ContiSeal, é a aplicação de *sealant* no interior dos pneus. Os dois *robots* aplicadores de *sealant* actuais estão capacitados a um volume de 3197 pneus por dia, valores ainda distantes dos 4688 do objectivo. Sendo 1598 a capacidade diária individual de cada *robot*, é vital para a concretização do objectivo a aquisição de mais um *robot* aplicador, que permitirá corresponder ao aumento das necessidades de 1491 pneus, apresentando apenas uma margem de 107 face ao objectivo. No entanto, o novo *robot* aplicador de *sealant* terá mais capacidade do que os actuais, pois o tempo a aguardar pelo início de aplicação será mais curto em cada ciclo, garantindo assim, uma margem mais confortável para atingir os valores propostos pela empresa mãe. Este novo equipamento será descrito com maior detalhe no próximo subcapítulo.

Para finalizar a lista de necessidades, resta o subprocesso da inspecção final. Este subprocesso além de requerer obrigatoriamente um técnico por turno especializado na inspecção final, necessita de uma Inspectomat como ferramenta essencial ao cargo. A Inspectomat existente, com a respectiva mão-de-obra associada, pode inspeccionar, em média, 3779 pneus por dia. Consequentemente, se instalada uma segunda Inspectomat a capacidade deste subprocesso ultrapassa em cerca de 2870 pneus os valores mínimos necessários ao projecto de expansão.

### 4.3 NOVOS EQUIPAMENTOS EM DESENVOLVIMENTO

Serão introduzidos no processo ContiSeal durante este projecto de expansão alguns novos equipamentos, desenvolvidos em parceria com fornecedores e clientes. Os desenvolvimentos tecnológicos destes novos equipamentos continuam a ser trabalhados, em função dos requerimentos. As características destas novas máquinas, que serão apresentadas neste subcapítulo são as últimas disponíveis e provavelmente não irão sofrer mais alterações, embora neste momento tal informação não possa ser garantida.

#### 4.3.1 Equipamento de Limpeza a Laser

Um dos subprocessos que vai sofrer uma grande alteração, prende-se com a lavagem ou limpeza do interior do pneu. A nova máquina que irá desempenhar estas funções de limpeza será completamente diferente das actuais. Esta terá ciclos individuais, ao invés das actuais que lavam dois pneus de cada vez. A própria tecnologia será distinta, pois esta, limpará através de um laser que queimará a camada superficial (lubrificante) no interior do pneu. Os dados actualmente disponíveis são os essenciais para projectá-la e dispô-la convenientemente no *layout* da linha de produção, sendo também conhecido o ciclo previsto para a limpeza, nos quais se fundamentam as futuras capacidades deste subprocesso.

A Figura 4.1 representa a máquina de limpeza a laser que terá à partida um ciclo de 40s por pneu, o que por si só demonstra um ganho de 2,82s por ciclo.

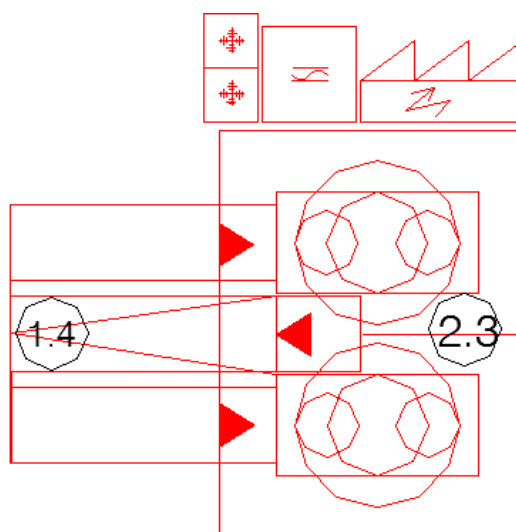


Figura 4.1 - *Layout* da máquina de limpeza a laser

## 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

### 4.3.2 Estação Dupla de Aplicação de *Sealant*

Outro subprocesso que irá sofrer alterações com vista à optimização, é a aplicação de *sealant*. Este manter-se-á semelhante ao actual, à excepção do sistema de fixação e centragem do pneu que é utilizada para o *robot* aplicar correctamente o *sealant*. A optimização baseia-se na duplicação da estação de centragem e fixação do pneu, reduzindo o tempo de espera derivado da preparação do pneu seguinte. Prevê-se com estas alterações ganhos significativos neste subprocesso, dos quais se destaca a redução de ciclo e correspondente ganho de capacidade, ressaltando também a importância da estabilidade do processo em si.

Assim, o *robot* aplicador no final de um ciclo inicia de imediato novo ciclo na segunda estação de centragem. Estas alterações garantem maior capacidade neste subprocesso, por redução do ciclo mas também na redução dos tempos perdidos por avaria, resultantes por variações de pressão do *sealant* no interior do próprio *robot* enquanto aguarda para iniciar novo ciclo. Quanto à redução do ciclo directamente associado à duplicação da estação de centragem, estima-se um ganho a rondar os 13s por ciclo, baseado no tempo de entrada e saída do pneu.

Através da seguinte imagem que representa o *layout* do *robot* aplicador e da estação dupla, percebe-se mais facilmente a vantagem, em termos de ciclo, em relação às estações simples.

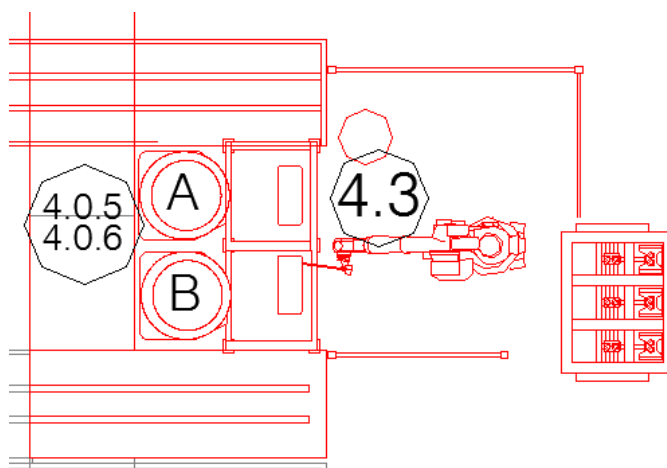


Figura 4.2 - *Layout* da estação dupla de aplicação de *sealant*

### 4.3.3 Túnel de Aquecimento

Como novo equipamento resta referir o túnel de aquecimento. Esta nova máquina foi desenvolvida por vários motivos, entre os quais se destacam os ganhos de eficiência energética e a redução de dias de não laboração devido ao projecto de expansão. Relativamente aos ganhos por eficiência energética, a optimização baseia-se no conhecimento, entretanto adquirido com o processo do ContiSeal, permitindo agora conceber um equipamento mais específico e dedicado ao seu propósito, basicamente o aquecimento do interior dos pneus às temperaturas exigidas pelo processo. O outro factor que convém destacar é a possibilidade de instalação deste equipamento sem trazer perturbações à laboração normal, permitindo consequentemente não cortar dias de produção.

Este novo equipamento será constituído inicialmente por dois níveis de passadeiras, mas está preparado para comportar mais um nível, caso se venha a verificar essa necessidade.

A Figura 4.3 apresenta a representação gráfica do *layout* do túnel de aquecimento, onde se pode visualizar as duas passadeiras paralelas, que constituem, numa fase inicial, apenas dois níveis.

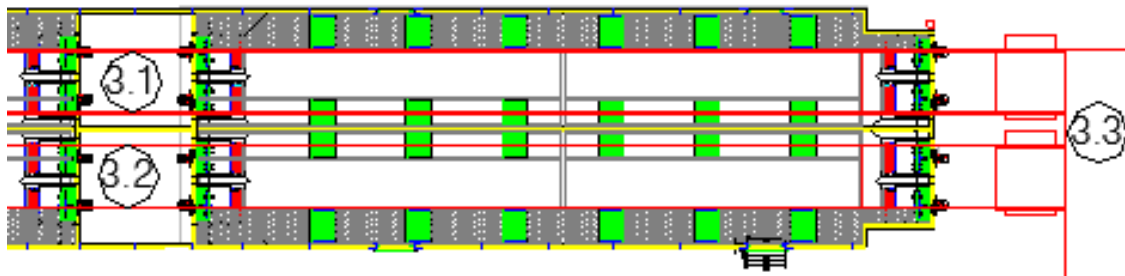


Figura 4.3 - *Layout* do túnel de aquecimento

#### 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

Neste subcapítulo serão demonstradas as futuras capacidades disponíveis no ContiSeal, mantendo algumas suposições como base para o cálculo. Nesta análise considera-se que não existirá variação nos tempos perdidos registados no actual processo, isto é, mantém-se o mesmo tempo disponível para a produção. Sabendo à partida que, tendencialmente haverá menos tempos perdidos devido a algumas optimizações do processo.

Algumas optimizações serão descritas posteriormente visto não ser fundamental ao cumprimento do objectivo. A sua implementação foi decidida oportunamente aproveitando o facto de ser necessário efectuar algumas alterações da linha e outras obras com fim à execução do projecto.

Na Tabela 4.1 constata-se as futuras capacidades dos subprocessos analisados ao detalhe.

Tabela 4.1 - Resumo das futuras capacidades dos vários subprocessos do ContiSeal

Processo	Tipo de Máquina	Nº de Máquinas	Tempo de Ciclo (s)	Disponibilidade Diária (min)	Capacidade Diária (pneus)
Lavagem/limpeza dos pneus	Lavagem	2	42,82	1218	3413
	Limpeza a Laser	1	40,00	1218	1827
Aplicação de <i>sealant</i>	Simple	2	45,72	1218	3197
	Duplo	1	32,72	1218	2233
Gravação do logótipo	Laser	2	24,63	1218	5934
Inspecção final	Inspectomat	2	19,34	1218	7557
Produção de Componente A	Extrusora 90mm	2		1368	8222

Após a análise de capacidades de cada subprocesso, é possível verificar que o processo que passará a estrangular os valores máximos de produção diária será a lavagem ou limpeza do interior do pneu.

Como tal, o *bottleneck* do processo estará capacitado a lavar/limpar 5240 pneus diários, ultrapassando os objectivos mínimos em 552 pneus por dia em relação aos 4688 pneus do objectivo desta expansão.

Obtendo estes valores de capacidade diária, e mantendo os 320 dias úteis de produção anuais, então torna-se possível dizer que esta unidade industrial após este projecto de expansão terá uma disponibilidade expectável de aplicar *sealant* em 1.676.800 por ano, bem acima dos valores mínimos pretendidos pelo projecto, valores esses que rondam os 176.000 pneus superiores ao objectivo proposto.

### 4.4 FLUXO DO PNEU APÓS EXPANSÃO

A Figura 4.4 representa de forma esquemática o futuro fluxo do pneu após a expansão do ContiSeal. Incluindo as novas máquinas que serão instaladas, mas também algumas optimizações ao fluxo, em especial o aumento de flexibilidade entre as linhas de produção e alguns leitores de códigos de barras com intuito de reduzir o tempo de *setup*.

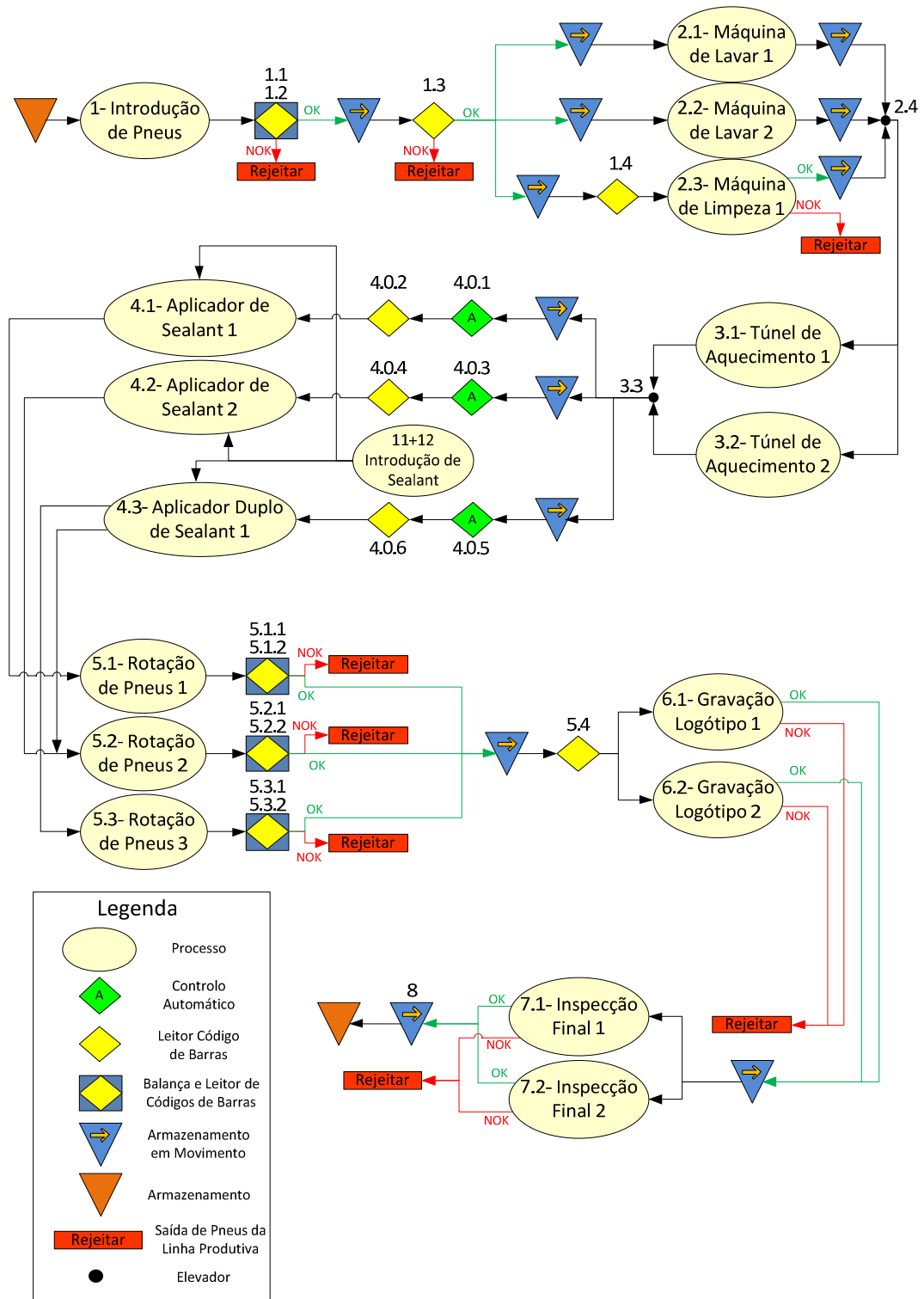


Figura 4.4 - Fluxo do pneu ContiSeal após expansão

## 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

### 4.5 DESENVOLVIMENTO DO FUTURO *LAYOUT*

Este subcapítulo aborda o futuro *layout* do ContiSeal, onde serão evidenciadas as principais alterações referentes à área fabril. Actualmente a área fabril coberta é constituída por 2.200 m<sup>2</sup>. Com este projecto de expansão a área ultrapassará os 3.200 m<sup>2</sup>, o que em termos práticos representa um aumento na ordem dos 43% da área fabril coberta.

A destacar a instalação e integração dos novos equipamentos no processo produtivo mas também as novas áreas auxiliares ao sistema produtivo com vista à sua optimização.

Todo o desenvolvimento do futuro *layout* tem como principal objectivo manter a organização do actual fluxo produtivo, isto é, as alterações de *layout* a realizar devido ao projecto de expansão, têm em conta o actual sentido do fluxo de pneus associado aos equipamentos produtivos. Sendo assim, a instalação dos novos equipamentos será sequencial ao actual sistema. Os conceitos utilizados no desenvolvimento do *layout* têm por base conhecimentos adquiridos em (Silva, 2010)

Relativamente aos novos equipamentos produtivos, serão destacados os seguintes, por ordem cronológica a serem instalados no futuro *layout*:

- Túnel de aquecimento;
- Máquina de limpeza a laser;
- *Robot* aplicador de *sealant*;
- Extrusora/misturadora;
- Tanque de abastecimento ao processo do produto 2.

Além das alterações do *layout* devido à instalação dos novos equipamentos produtivos, serão referidas algumas alterações na nave industrial, tais como:

- Expansão do armazém de pneus com e sem *sealant*;
- Máquina de balanceamento para testes da qualidade;
- Nova área de resíduos industriais e área de limpeza;
- Novo armazém de sobressalentes dos equipamentos.



## 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

### 4.7 FUTURO LAYOUT DO CONTISEAL

A imagem seguinte representa o futuro *layout* do ContiSeal, apresentando os novos equipamentos e as novas áreas não produtivas. Algumas destas alterações ao *layout* serão explicadas posteriormente no decorrer deste subcapítulo com maior nível de detalhe.

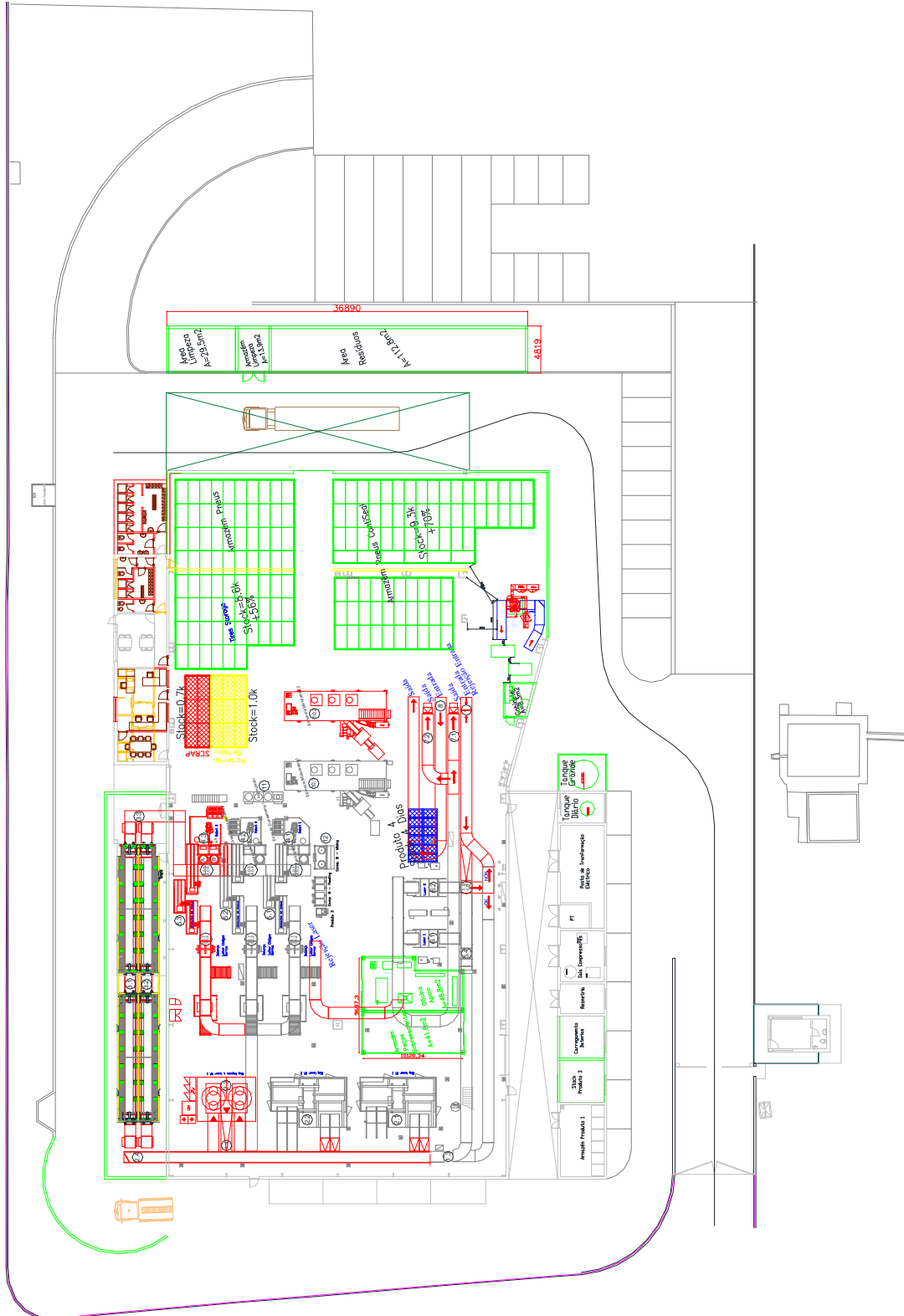


Figura 4.6 - Futuro *layout* do ContiSeal

## 4.8 SÍNTESE DAS ALTERAÇÕES AO LAYOUT ACTUAL

### 4.8.1 Alterações ao *Layout* Relacionadas com os Novos Equipamentos

Como foi referido no início deste capítulo, destacar-se-ão nesta secção algumas alterações ao *layout* seguindo a ordem temporal de execução do projecto.

Nesta primeira parte abordar-se-ão as alterações do *layout* relativas à instalação de equipamentos produtivos. Como se pode constatar na calendarização, o primeiro equipamento a ser instalado será o novo túnel de aquecimento de pneus

#### Futuro *layout* do subprocesso de aquecimento dos pneus

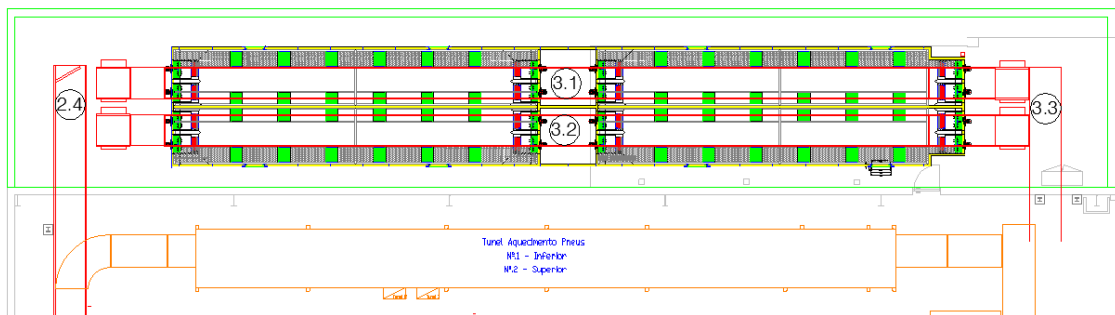


Figura 4.7 - *Layout* da instalação do novo túnel de aquecimento

A Figura 4.7 encontra-se delimitada com um rectângulo a verde a localização do novo túnel de aquecimento (área superior da figura), este será instalado numa nova área de edifício construída especificamente para o efeito. O actual túnel representado na zona inferior da figura será desmantelado (equipamento indicado a cor-de-laranja).

O desmantelamento do actual túnel de aquecimento é absolutamente necessário para permitir a instalação dos novos equipamentos, como a máquina de limpeza a laser, o terceiro *robot* aplicador de *sealant* e o respectivo equipamento de rotação de pneus.

Na sequência da calendarização é possível constatar que o equipamento de produção a ser instalado de seguida é a máquina de limpeza a laser.

Relativamente às instalações e alterações às passadeiras de transporte de pneus, estas serão associadas à instalação dos novos equipamentos, daí não se fazer referência as mesmas nesta secção.

#### 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

##### Futuro *layout* do subprocesso de limpeza do interior dos pneus

Na Figura 4.8 verifica-se as alterações ao *layout* relativas ao processo de limpeza ou lavagem do interior do pneu.

No lado esquerdo da imagem está representado o actual *layout*, constituído por duas máquinas de lavar e pelo actual túnel de aquecimento. No futuro toda esta área será destinada à limpeza do interior do pneu, como é possível constatar no lado direito da Figura 4.8.

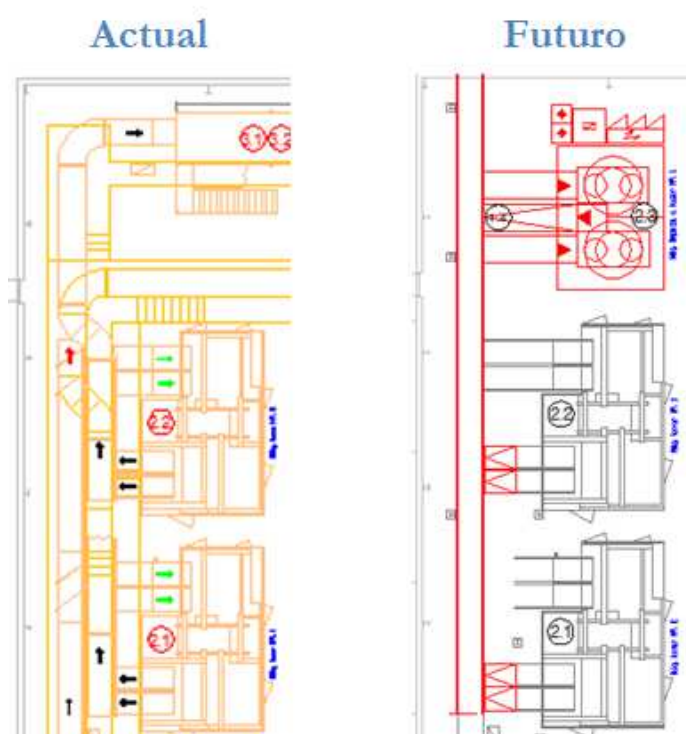


Figura 4.8 - *Layout* actual (esquerda) e futuro (direita) da área de lavagem/limpeza dos pneus

Na Figura 4.8 ainda é possível verificar a instalação da máquina de limpeza a laser (a vermelho) mantendo o fluxo de pneus conforme o objectivo proposto.

### Futuro *layout* do subprocesso de aplicação de *sealant*

Segundo a sequência da execução do projecto, o passo seguinte será a instalação do novo *robot* aplicador de *sealant* nº3, com a dupla estação de aplicação e correspondente equipamento responsável pela homogeneização do *sealant* no interior de pneus.

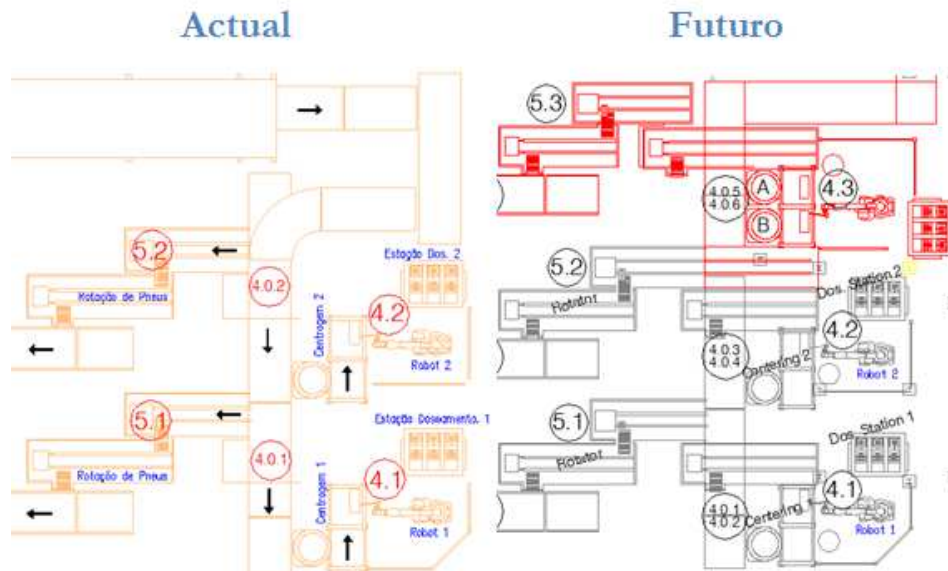


Figura 4.9 - *Layout* actual (esquerda) e futuro (direita) da área de aplicação de *sealant*

De destacar na Figura 4.9 o novo *robot* de aplicação de *sealant* (a vermelho) incluindo todo o sistema necessário à correcta aplicação e fixação do próprio *sealant* no interior do pneu, mas uma vez mantendo o actual fluxo de pneus.

### Futuro *layout* do subprocesso de produção de componente A

Na Figura 4.10 pode observar-se a localização das duas extrusoras/misturadoras, a actual e a futura, instaladas paralelamente.

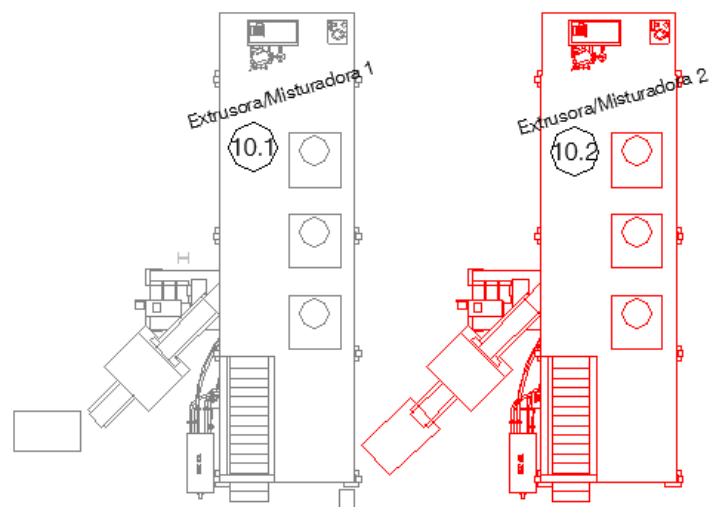


Figura 4.10 - Futuro *layout* das extrusoras/misturadoras de componente A

## 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

### Futuro *layout* de alimentação e aquecimento do produto 2

Actualmente a alimentação e aquecimento necessários ao produto 2 é assegurado através de estufas de aquecimento, representadas na Figura 3.6. Estas estufas deixaram de ter utilidade, pois este subprocesso será optimizado ao nível dos custos de matéria-prima, e também dos tempos despendidos pelos operadores no manuseamento dos bidões de produto 2.

Esta optimização tem por base, a substituição das estufas de aquecimento por dois tanques, um deles de grandes capacidades e outro de menor volume, que servirá para preparação e introdução do produto 2 na linha de produção, tanto do componente A como do B.

A compra do produto 2, que passará a ser abastecido via camiões cisterna, será menos onerosa comparativamente aos actuais bidões de 200 litros.



Figura 4.11 - Tanque de alimentação do produto 2

Na Figura 4.11 observa-se a futura localização dos tanques de produto 2, tanto do tanque grande que terá uma capacidade a rondar os 7 dias de produção (considerando as futuras capacidades), como do tanque de alimentação e preparação, que fará o abastecimento às produções de componente A e do componente B através de bombas.

De salientar que esta alteração ao sistema produtivo é apenas devida à necessidade de optimização do processo em si e não ao projecto de aumento de capacidade da unidade industrial. Esta alteração em particular do *layout* é referida neste capítulo por implicar alterações introduzidas ao actual local das estufas de aquecimento do produto 2.

## 4.8.2 Principais Alterações de *Layout* das Áreas Não Produtivas

### Expansão do armazém de pneus com e sem *sealant*

Os dois armazéns de pneus no ContiSeal vão crescer cerca de 60% cada um. O armazém de pneus sem *sealant* terá capacidade para 8.600 pneus, um aumento de área de cerca de 56%. Relativamente ao armazém de pneus com *sealant*, o aumento de área será mais significativo, para valores a rondar os 70%, o que resulta numa capacidade total de 9.300 pneus.

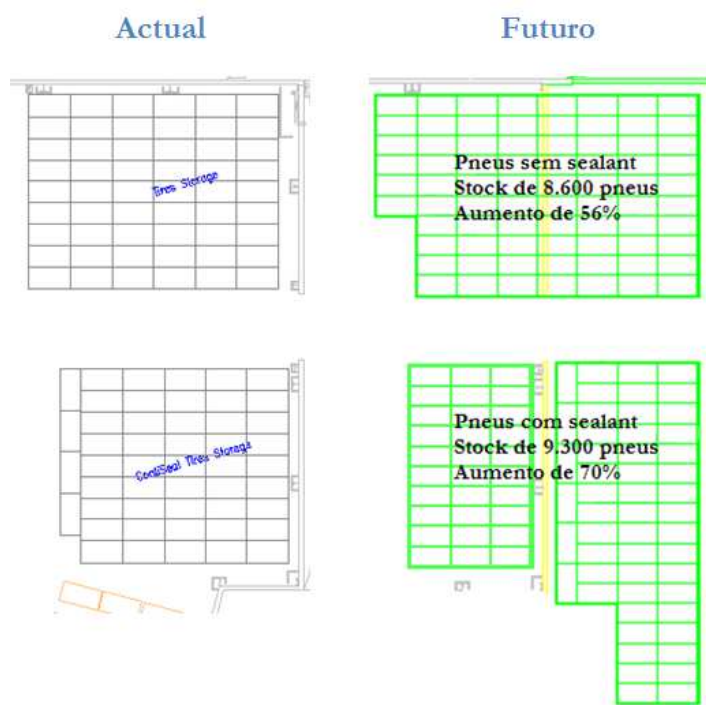


Figura 4.12 - *Layout* actual (esquerda) e futuro (direita) dos armazéns de pneus

Este aumento de capacidade de armazenamento vai de encontro aos valores globais do projecto de expansão, permitindo assim manter-se o mesmo modelo de gestão de *stocks* de pneus utilizado actualmente.

## 4. EXECUÇÃO DO PROJECTO

### Máquina de balanceamento para testes da qualidade

Esta máquina será instalada com o intuito de realizar testes de qualidade relativamente ao balanceamento do pneu com *sealant*. Estes testes serão realizados por amostragem segundo regras definidas pelo departamento da qualidade. Este equipamento será instalado estrategicamente junto à paletização de pneus com *sealant*, com objectivo de otimizar o tempo de transferência de paletes entre o armazém de pneus com *sealant* e a máquina de testes de balanceamento.

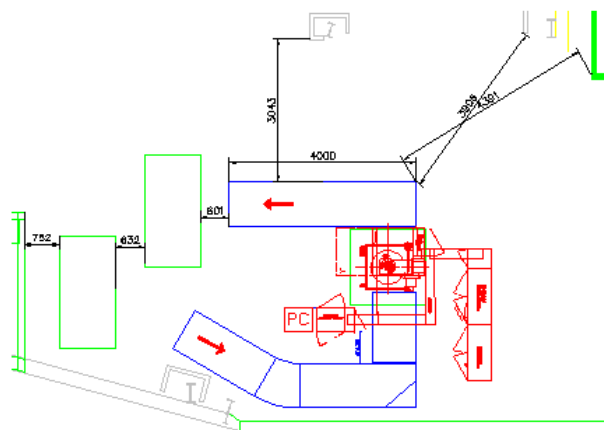


Figura 4.13 - Layout da máquina de balanceamento

### Nova área de resíduos industriais e área de limpeza

Estas áreas estão actualmente localizadas na futura área do túnel de aquecimento dos pneus. Como tal, tornou-se imperativo deslocalizar estas secções. Após a apresentação de várias propostas relacionadas com a nova localização, foi acordada a construção de uma plataforma junto à zona de descarga dos camiões.

As áreas dimensionais do armazenamento de resíduos foram definidas pelo departamento responsável pelo tratamento destes materiais, no caso a DSIA (departamento da segurança e ambiente).

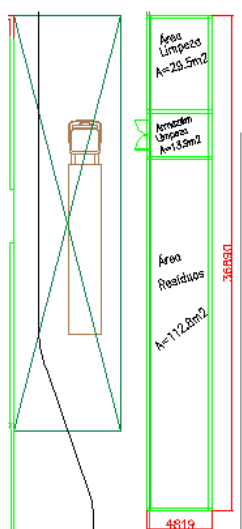


Figura 4.14 - Layout das áreas de resíduos e de limpeza

### Novo armazém de sobressalentes dos equipamentos e oficina de apoio

A última alteração de *layout* de áreas não produtivas ou auxiliares da produção, apresentadas neste relatório, refere-se à criação de um espaço de armazém de sobressalentes de equipamentos. Esta área estará acoplada a uma pequena oficina de apoio aos operadores na realização de algumas actividades de manutenções de primeiro nível.

Estas áreas foram dimensionadas pelo departamento de engenharia por dois motivos, o primeiro relaciona-se com o facto de serem os técnicos deste departamento os principais utilizadores destas áreas e o segundo prende-se com o tamanho de alguns sobressalentes de grande porte.

A Figura 4.15 representa o novo armazém e a oficina de apoio às equipas de manutenção. Estas áreas serão localizadas e montadas onde actualmente se encontram as estufas de aquecimento do produto 2.

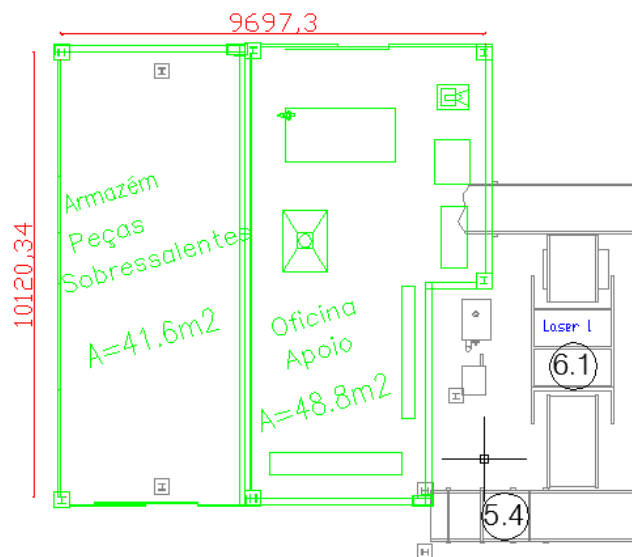


Figura 4.15 - *Layout* armazém de sobressalentes dos equipamentos e oficina de apoio



## 5 CONCLUSÃO

No decurso do estudo necessário ligado ao projecto de expansão do ContiSeal, verifica-se que actualmente esta unidade industrial tem uma capacidade diária de aplicar *sealant* em 3200 pneus, correspondente a uma utilização de cerca de 85% de tempo disponível para laboração normal comparativamente ao tempo planeado, estando os restantes 15% associados a tempos perdidos na linha de produção.

Após a apresentação do projecto de expansão à Continental AG, este foi aprovado nas múltiplas vertentes que o compõem, com particular ênfase: o orçamento, a planificação de execução e ainda diversas propostas de melhoria apresentadas pela Continental Mabor relacionadas com os novos equipamentos a adquirir. Tendo sido destacados alguns elementos da engenharia central (Continental AG, situada em Hanôver) no apoio ao desenvolvimento de protótipos/equipamentos a utilizar no projecto de expansão.

Através da análise dos ciclos produtivos expectáveis para os novos equipamentos, prevê-se que o aumento de capacidade ultrapasse os valores do objectivo anual em 176.000 aplicações de *sealant* (perfazendo 676.000 de aumento total), elevando a capacidade diária para as 5.240 aplicações. Estes valores são resultado da optimização dos subprocessos associados ao ContiSeal, isto é, o anterior *bottleneck* do processo produtivo localizado nos robots responsáveis pela aplicação de *sealant* foi eliminado, sendo expectável que o novo *bottleneck* estará localizado no subprocesso da limpeza do interior do pneu.

Um dos principais desafios deste projecto consistiu na obtenção de um consenso entre os vários departamentos associados ao ContiSeal, em particular no que diz respeito ao *layout* final, sendo de enaltecer o elevado espírito de cooperação dos vários técnicos envolvidos durante o desenvolvimento do projecto.

No contexto das reuniões de trabalho realizadas foram apresentadas múltiplas propostas de melhoria relacionadas com o fluxo produtivo, sendo de destacar a pertinência e oportunidade da sua aprovação no projecto em curso. De notar que em condições de laboração normais seria muito complexo proceder à aprovação/implementação de melhorias pelo impacto que estas alterações produziram no próprio processo e conseqüente baixa de produção. Das propostas apresentadas destacam-se as seguintes:

- Optimização do tempo de *setup*, através da instalação de leitores de códigos de barras à entrada de cada subprocesso do fluxo de pneus. Esta optimização permitirá alterar os parâmetros dos equipamentos desse subprocesso, pois a partir do momento em que chega o novo artigo ao leitor de códigos de barras. Note-se, que na situação actual é necessário esvaziar a linha produtiva para alterar os parâmetros de todos os subprocessos em simultâneo. Com esta optimização é expectável a redução do tempo de *setup* em cerca de 75%, traduzindo-se numa diminuição de 80 para 20 minutos;

## 5. CONCLUSÃO

- Aumento de flexibilidade entre as linhas produtivas associadas ao fluxo de pneus. Esta optimização será obtida através da instalação de elevadores à entrada e à saída do túnel de aquecimento, o que permitirá o cruzamento de linhas com o intuito de melhor aproveitar os armazenamentos intermédios, sendo expectável uma redução dos tempos perdidos.

Por último, de referir ainda que o projecto de expansão do ContiSeal encontra-se actualmente em execução de acordo com as datas e prazos acordados entre a Continental Mabor e a empresa investidora, a Continental AG.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Ávila, Paulo. 2005.** *Sebenta de Organização Industrial*. Publicação do ISEP, Porto, 2005.
- Azevedo, Rui. 2011.** *Quadro Sinóptico Geral de Fabrico e Controlo - ContiSeal*. Lousado, 2011.
- Bernabe, Carlos. 2012.** *Complemento ao Manual da Qualidade da Central*. Lousado, 2012.
- Cavaco, Ismael e Ávila, Paulo. 2008.** *Tipologia dos Sistemas de Produção*. Publicação do ISEP, Porto, 2008.
- Continental AG. 2012.** [Online] 2012. [Citação: 11 de Julho de 2012.] <http://www.conti-online.com/generator/www/pt/pt/continental/automobile/themes/tirelabel/statement.html>.
- Gandara, Nuno. 2010.** *BEST - Pneus Anti-Furo - Tecnologia ContiSeal*. Lousado, 2010.
- Human Resources, Department. 2012.** Results on 2011. *Conti Inside*. 2012.
- Krüger, Jörg. 2008.** *Expertfield Materials Chemistry*. Hannover, 2008.
- Nunes, Renato. 2012.** *Second Milestone Expansion ContiSeal Lousado*. Lousado, 2012.
- Oliveira, Joel. 2012.** *Análise das Máquinas de Corte de Tecido Têxtil na Empresa Continental Mabor*. Porto, 2012.
- Pauli, Melanie. 2009.** *Tire Layout*. Hannover : Platform Development & Industrialization Product, 2009.
- Pereira, Rui. 2012.** *Método de Trabalho da Inspeção de Pneus (ContiSeal)*. Lousado, 2012.
- Recursos Humanos, Departamento. 2009.** História da Continental. *Alta Roda*, 2009, *Revista Trimestral Publicada Internamente*.
- . 2012. *Organigrama da Continental Mabor*. Lousado, 2012.
- . 2012. Resultados de 2011. *Alta Roda*. 2012.
- Silva, Manuel. 2010.** *Optimizações de Layouts*. Publicação do ISEP, Porto, 2010.



## **ANEXO A - Layout Actual do ContiSeal**

De uma forma simplificada, a figura representativa do actual layout do ContiSeal foi equitativamente subdividido em quatro, correspondendo assim à escala indicada.







50000

Túnel Aquecimento Previs  
Nº1 - Inferior  
Nº2 - Superior

3.1 3.2

Rotação de 1

Rotação

Produto 3

5.2.1  
5.2.2

Balança  
Leitor Códigos  
Barras

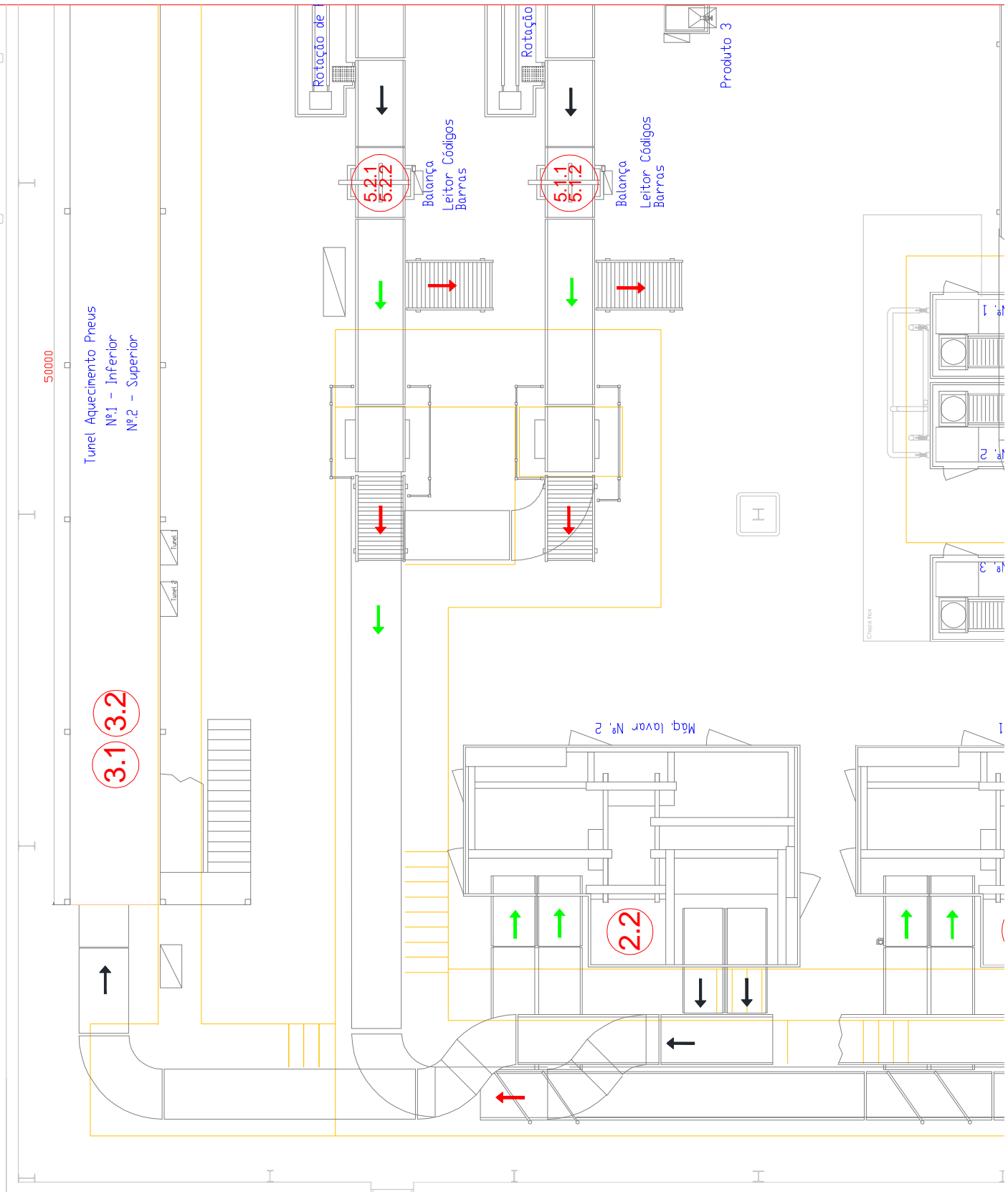
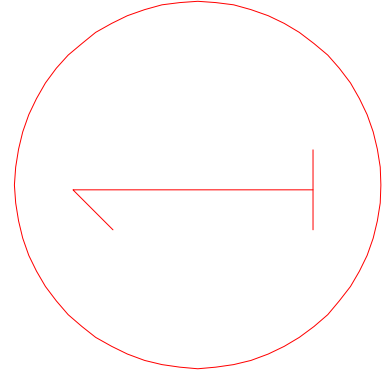
5.1.1  
5.1.2

Balança  
Leitor Códigos  
Barras

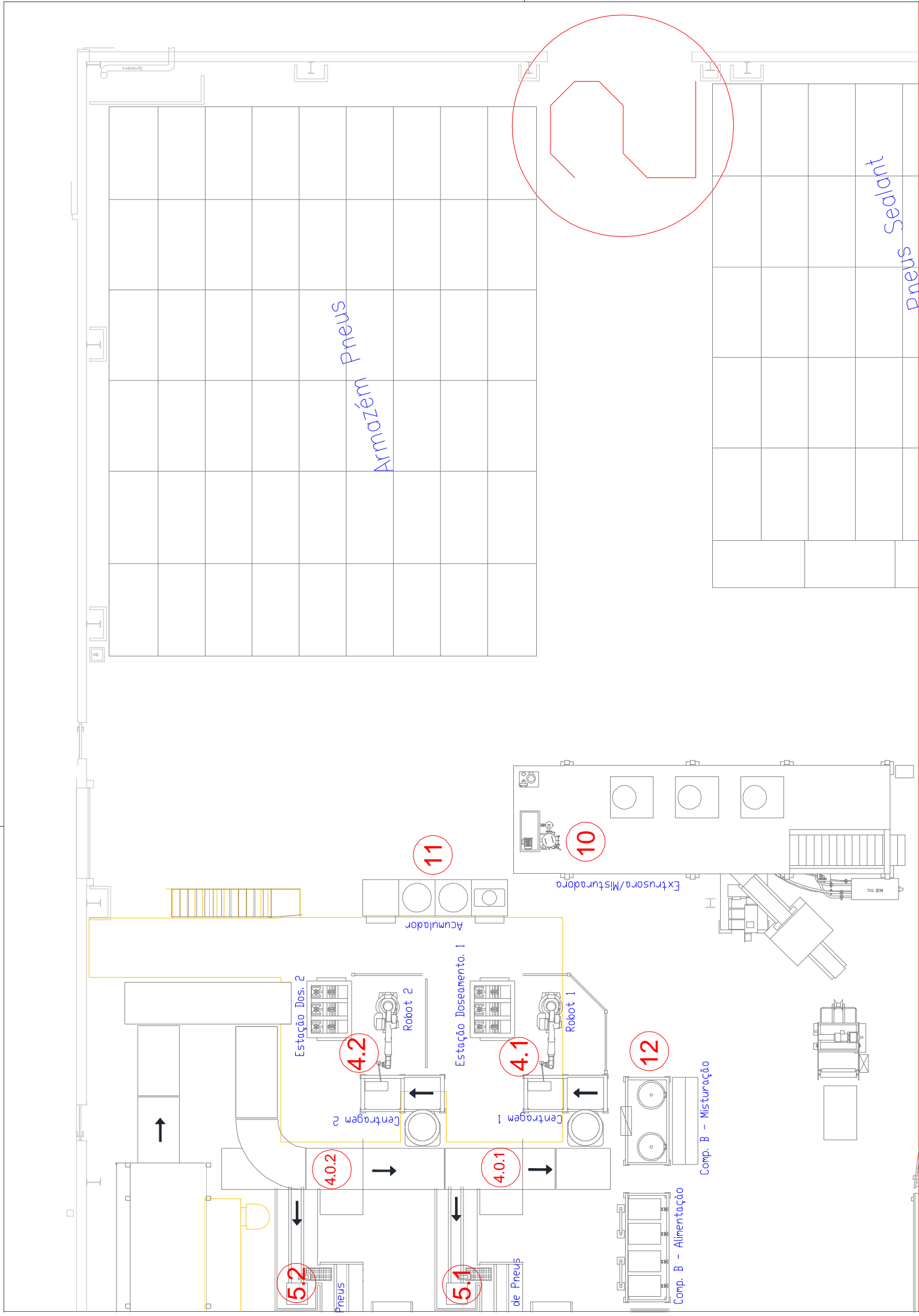
Mag lavar Nº 2

2.2

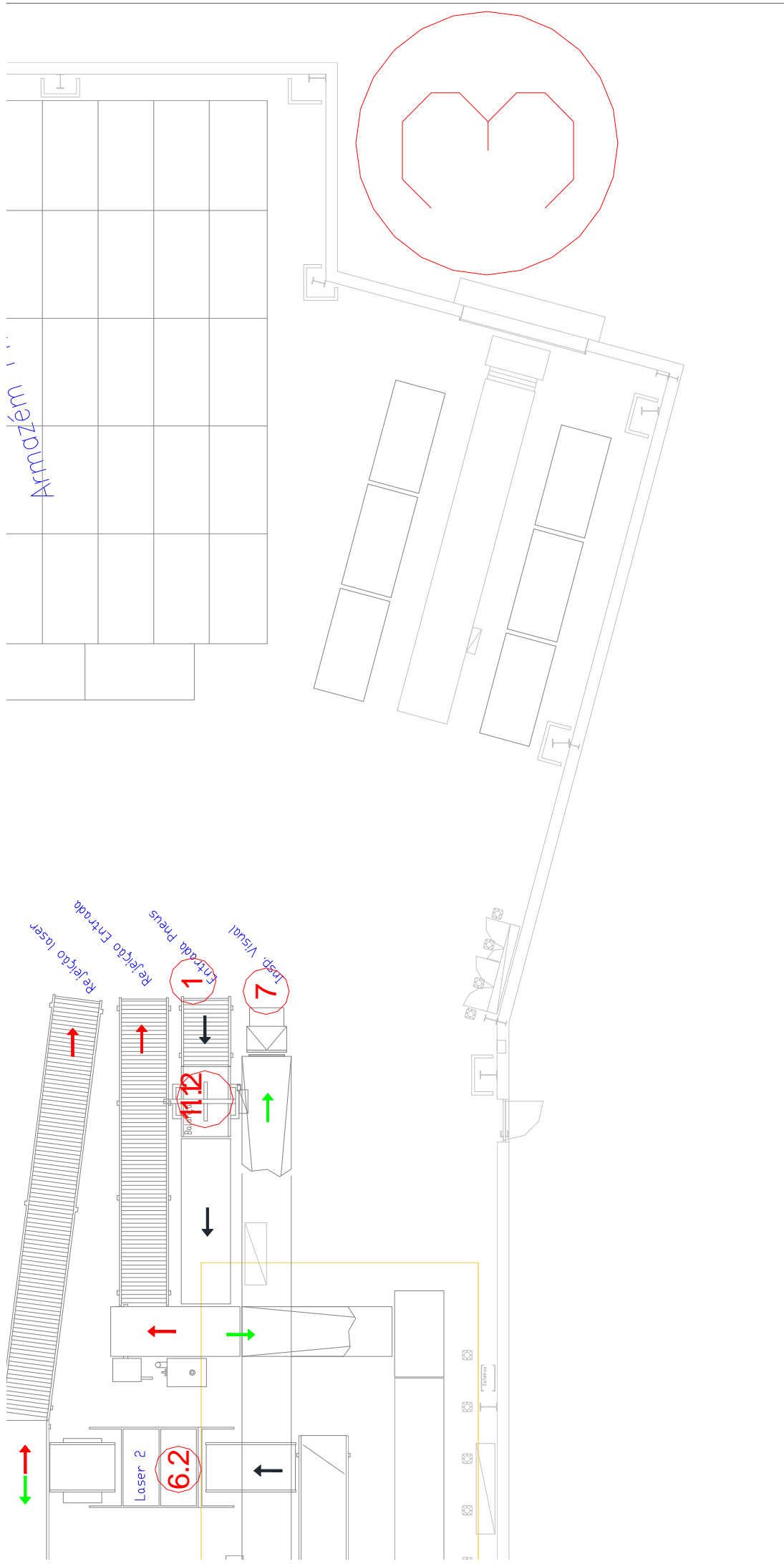
Caixa inox










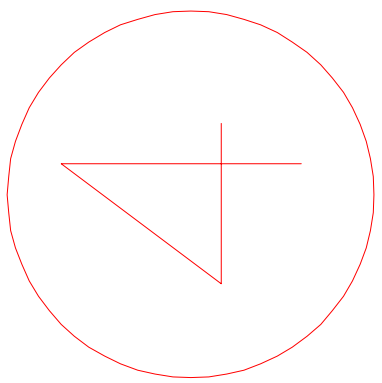
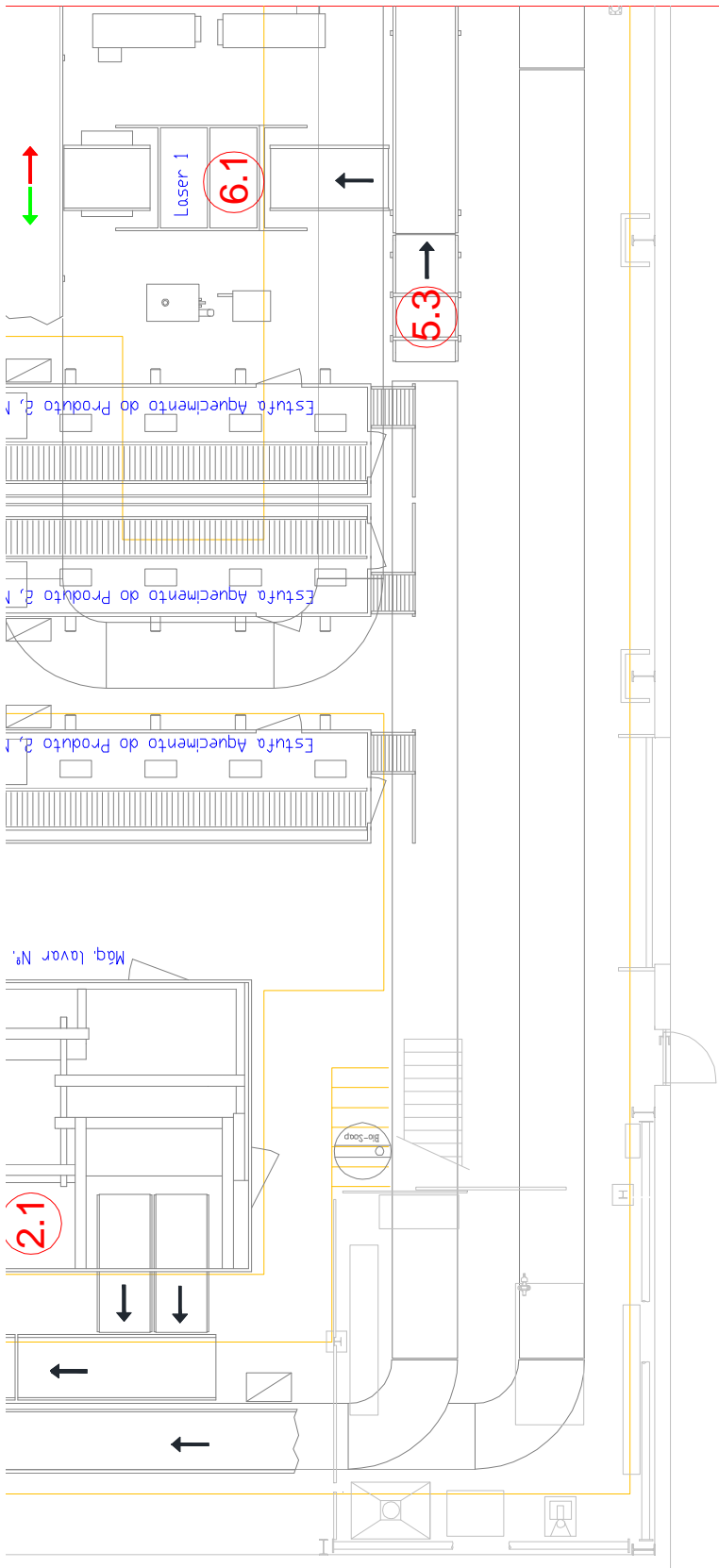


Escala: 1:150  
 Cad Name: ContiSeal 2009  
 Referência: 045-01

 <b>Continental</b>		Desenhou:	Nome / Data
		José Gonçalves	15-09-2008
Responsável: Nome / Depart.		Armando Estevão	DEI
		Tolerâncias: ISO 2768-m	
Rev.	Descrição	Data	

Notas:		Revisão: 00
Substitui: 045-00		







## **ANEXO B – Futuro Layout do ContiSeal**

De uma forma simplificada, a figura representativa do futuro layout do ContiSeal foi equitativamente subdividido em quatro, correspondendo assim à escala indicada.

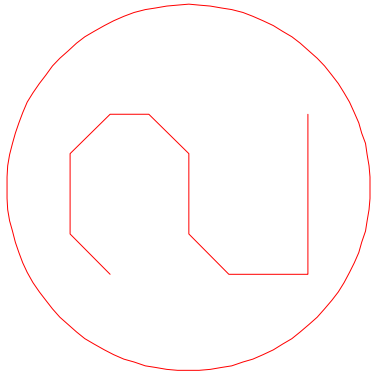










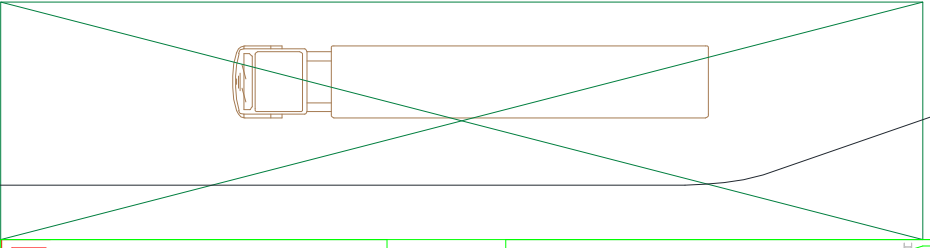


36890

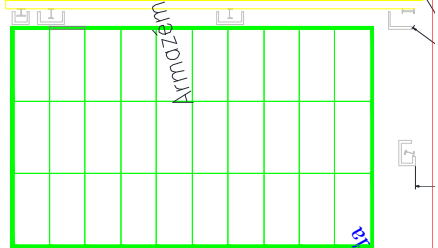
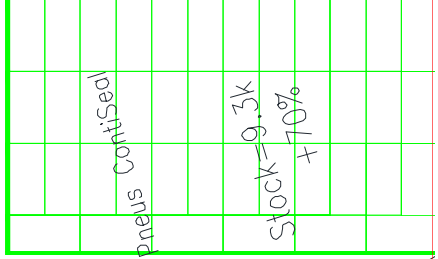
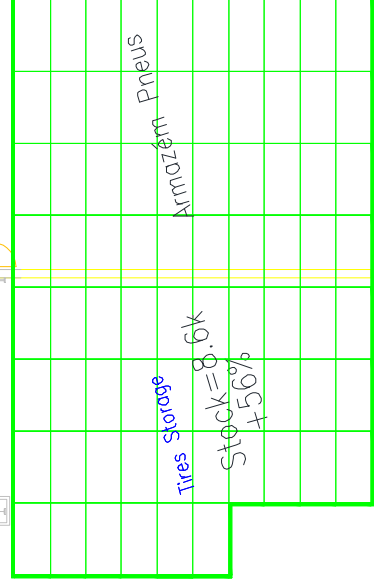
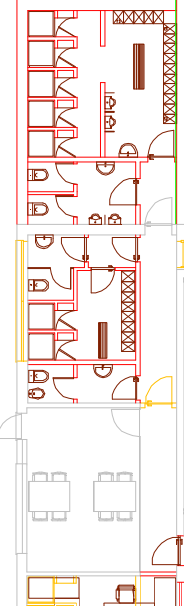
Área Limpeza  
A=29.5m<sup>2</sup>

Armazém  
Limpeza  
A=13.9m<sup>2</sup>

Área  
Resíduos  
A=112.8m<sup>2</sup>

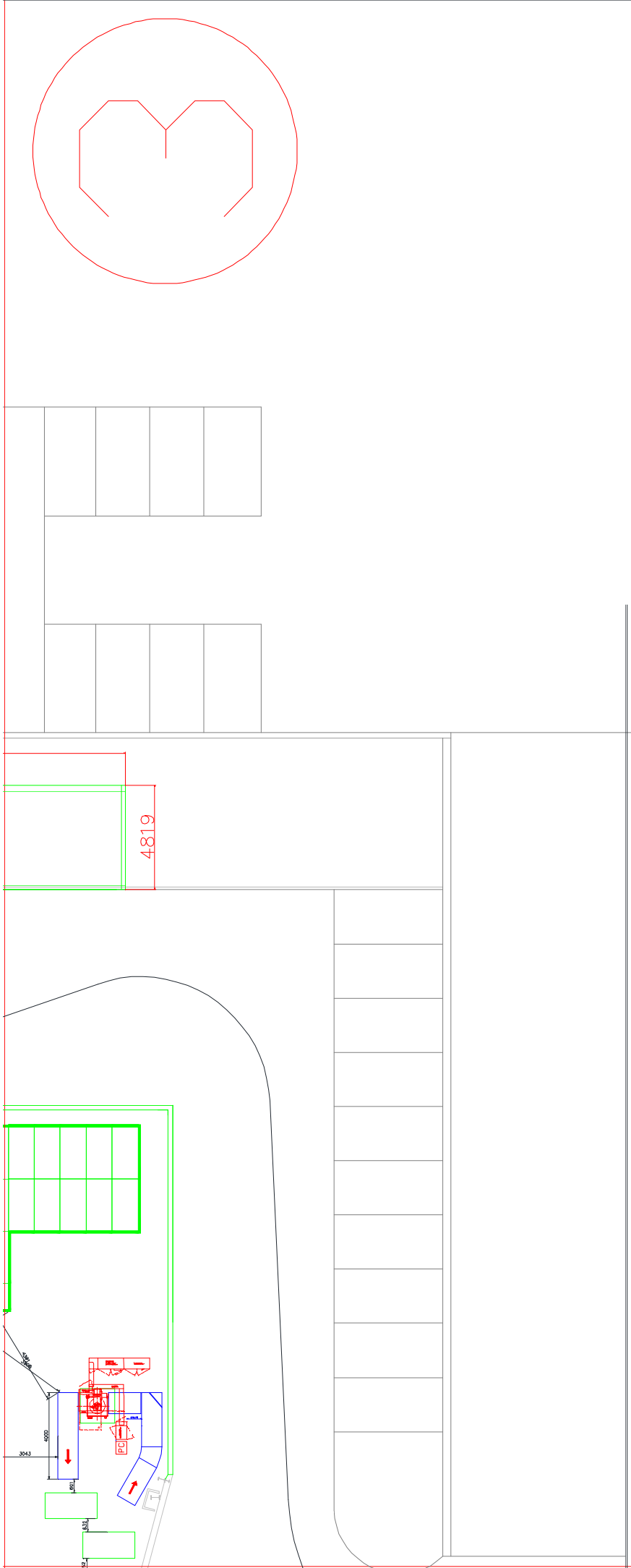



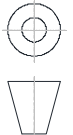
Área Funilaria



Área Entrada





		Escala: 1:200 Cad Name: Expansão ContiSeal 1,5Mio Referência: 001-06	
Desenhou: Nome: Rui Pereira Data: 12-09-2012		Notas: Substitui: 001-05-6	
Responsável: Nome: Armando Estevão Depart.: DEI		Revisão:  00	
Tolerâncias: ISO 2768-m			
Rev.	Descrição	Data	



