

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR - MATRIZ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES**

**TESIS DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON  
MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

**DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN BASADO EN UN ANÁLISIS  
DEL INVENTARIO Y DE LA DEMANDA**

**ING. LUIS ALFONSO SORIA SOTO**

**DIRECTOR: ING. PAÚL IDROBO DÁVALOS MBA.**

**QUITO, 2013**

**DIRECTOR:**

Ing. Paúl Idrobo Dávalos MBA.

**INFORMANTES:**

Econ. Santiago Nájera

Dr. John Sigüenza

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a CORPESA, a sus directivos y personal operativo que con su constante esfuerzo contribuyen al crecimiento de nuestra nación y supieron apoyarme incondicionalmente en esta etapa.

A la PUCE por la calidad humana y profesionalismo de sus colaboradores, especialmente a mis maestros Paúl Idrobo, Santiago Nájera y John Sigüenza por su acertada dirección de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Con todo amor para las cuatro mujeres que marcan mi destino: mi hermanita que desde el infinito me mira y espera, mi madre que con sus bendiciones me cobija, mi esposa que con su energía me impulsa y a mi hija que con su alegría me da esperanza.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1 ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO</b> .....	<b>3</b>
1.1 ANÁLISIS DEL ENTORNO.....	1
<b>1.1.1 La Industria de Aluminio a Nivel Mundial</b> .....	<b>3</b>
1.1.1.1 Orígenes de la Industria del Aluminio .....	3
1.1.1.2 Propiedades del Aluminio .....	4
1.1.1.3 Proceso de obtención del Aluminio.....	5
1.1.1.4 Producción Mundial de Aluminio .....	9
1.1.1.5 Precio del Aluminio.....	15
<b>1.1.2 Mercado Ecuatoriano de Aluminio</b> .....	<b>16</b>
1.1.2.1 Mercado de la Construcción en el Ecuador.....	17
1.1.2.2 Competencia de Perfiles y Tubos de Aluminio en el Ecuador.....	18
<b>1.1.3 Entorno Político y Legal</b> .....	<b>20</b>
1.1.3.1 Aspecto Político en el Ecuador .....	20
1.1.3.2 Organizaciones Políticas del Sector Metalúrgico Ecuatoriano.....	21
<b>1.1.4 Entorno Ambiental</b> .....	<b>22</b>
1.2 ANÁLISIS DE LA EMPRESA CEDAL S.A. ....	24
<b>1.2.1 Reseña Histórica</b> .....	<b>24</b>
<b>1.2.2 Estructura de la Organización</b> .....	<b>25</b>
1.2.2.1 Estructura de Corporación Ecuatoriana CORPESA S.A.....	25
1.2.2.2 Estructura Organizacional de Cedal .....	25
1.2.2.3 Organigrama de la Planta Industrial de Cedal.....	26
<b>1.2.3 Mapa de Procesos de Cedal S.A.</b> .....	<b>28</b>
<b>1.2.4 El Proceso Productivo de Cedal S.A.</b> .....	<b>28</b>
<b>1.2.5 Productos de Cedal S.A.</b> .....	<b>30</b>
1.2.5.1 Líneas de Producto .....	30
<b>1.2.6 Estadísticas Generales de Cedal S.A.</b> .....	<b>31</b>
1.2.6.1 Datos de Producción.....	31
1.2.6.2 Datos de Ventas.....	31
<b>2 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CEDAL S.A.</b> .....	<b>34</b>
2.1 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN.....	34

<b>2.1.1 Premisas de la Programación de Planta.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1.2 Descripción del Proceso de Programación de Producción .....</b>	<b>35</b>
2.1.2.1 Planificación Estratégica de Cupos .....	36
2.1.2.2 Recepción de Pedidos.....	36
2.1.2.3 Establecimiento de Restricciones Planta.....	37
2.1.2.4 Mantenimiento de Pedidos .....	37
2.1.2.5 Planificación semanal de Producción.....	37
2.1.2.6 Comunicación con Ventas.....	38
2.1.2.7 Medición del Cumplimiento.....	38
2.2 ANÁLISIS DEL MERCADO LOCAL Y DE EXPORTACIÓN DE CEDAL S.A.....	38
<b>2.2.1 Organización del Mercado Local.....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.2 Organización del Mercado de Exportación .....</b>	<b>40</b>
2.3 ANÁLISIS DE PEDIDOS .....	43
2.4 CAPACIDADES DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CEDAL S.A.....	44
2.5 ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS PRODUCTO TERMINADO.....	49
<b>2.5.1 Balance de Masa de Producto Terminado en los Centros de         Distribución .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.2 Costo Financiero del Incremento de Inventarios .....</b>	<b>50</b>
2.6 NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.....	53
2.7 RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO: DEBILIDADES / OPORTUNIDADES DE MEJORA .....	54
<b>3 DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS .....</b>	<b>56</b>
3.1 DISEÑO DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN .....	56
3.2 SUBPROCESO ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA .....	59
<b>3.2.1 Definición de Cupos Mercado Local y Exportación .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2.2 Definición de Productos de Alta y Baja Rotación .....</b>	<b>61</b>
<b>3.2.3 Análisis Estadístico de la Demanda.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2.4 Definición de Stocks de Seguridad.....</b>	<b>63</b>
<b>3.2.5 Aprobación del Área Comercial y Financiera.....</b>	<b>66</b>
<b>3.2.6 Parametrización del Sistema de Planificación y Despachos.....</b>	<b>66</b>
3.3 SUBPROCESO ACTUALIZACIÓN DE SALDOS Y ÓRDENES DE VENTA.....	67
<b>3.3.1 Actualización de Saldos .....</b>	<b>67</b>
<b>3.3.2 Actualización de Órdenes de Venta.....</b>	<b>69</b>
<b>3.3.3 Revisión de Niveles de Abastecimiento y Revisión de Estatus         de Órdenes de Venta .....</b>	<b>69</b>
3.4 SUBPROCESO PROGRAMA A PISO .....	70
<b>3.4.1 Análisis de la Capacidad Productiva.....</b>	<b>70</b>
<b>3.4.2 Planificación Semanal de Producción .....</b>	<b>71</b>
<b>3.4.3 Seguimiento y Control de Producción.....</b>	<b>73</b>
<b>3.4.4 Información a Ventas sobre el Estado del Requerimiento .....</b>	<b>73</b>
<b>4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>

4.1	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL .....	75
	<b>4.1.1 Metodología de la Implementación.....</b>	<b>75</b>
	4.1.1.1 Equipo de Trabajo .....	75
	4.1.1.2 Factores críticos de Éxito y Factores de Riesgo.....	76
	<b>4.1.2 Cambios en la Estructura Organizacional.....</b>	<b>77</b>
4.2	RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN .....	77
	<b>4.2.1 Indicadores en el Proceso Productivo .....</b>	<b>78</b>
	4.2.1.1 Kilos por Corrida y Cambio de Matrices por Día .....	78
	4.2.1.2 Producción Neta .....	79
	4.2.1.3 Productividad.....	80
	<b>4.2.2 Indicadores en el Proceso Comercial.....</b>	<b>80</b>
	4.2.2.1 Despachos Nacionales .....	81
	4.2.2.2 Despachos o Ventas de Exportación .....	81
	4.2.2.3 Despachos Totales .....	82
	4.2.2.4 Ventas en Toneladas.....	83
	4.2.2.5 Participación del Mercado Local.....	83
	4.2.2.6 Satisfacción del Cliente .....	84
	<b>4.2.3 Indicadores de Gestión de Inventarios.....</b>	<b>85</b>
	4.2.3.1 Niveles Inventario de Producto Terminado.....	86
	4.2.3.2 Composición del Inventario .....	87
	<b>4.2.4 Resumen de Resultados .....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
	5.1 CONCLUSIONES .....	89
	5.2 RECOMENDACIONES .....	91
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>93</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>
	ANEXO 1 .....	97
	ANEXO 2 .....	100
	ANEXO 3 .....	107
	ANEXO 4 .....	109
	ANEXO 5 .....	115
	ANEXO 6 .....	116
	ANEXO 7 .....	117
	ANEXO 8 .....	121
	ANEXO 9 .....	126
	ANEXO 10 .....	131
	ANEXO 11 .....	132
	ANEXO 12 .....	134
	ANEXO 13 .....	135

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Ranking Empresas Productoras de Aluminio 2011 .....	14
Tabla 2	Ranking Empresarial 2011 .....	20
Tabla 3	Resumen de Competencias Ambientales .....	23
Tabla 4	Empleados y trabajadores de la planta Industrial Cedal .....	26
Tabla 5	Cupos anuales de despacho por Centro de Venta .....	39
Tabla 6	Puntos de Venta atendidos por el Centro Logístico Durán.....	39
Tabla 7	Puntos de Venta atendidos por el Centro Logístico Quito.....	40
Tabla 8	Balance de Masa del Producto Terminado Cedal .....	50
Tabla 9	Cálculo del incremento del inventario .....	51
Tabla 10	Costo financiero del incremento del inventario .....	51
Tabla 11	Utilidad perdida por ventas no realizadas .....	52
Tabla 12	Pérdida por el incremento de inventario .....	52
Tabla 13	Criterios de valoración de oportunidades de mejora.....	54
Tabla 14	Resumen Oportunidades de Mejora.....	55
Tabla 15	Presupuesto de Ventas 2012 .....	60
Tabla 16	Capacidad productiva semanal de la planta industrial .....	70
Tabla 17	Reporte de Seguimiento del Plan de Producción Semanal .....	73
Tabla 18	Seguimiento Pedidos “Estatus Vitral” .....	74
Tabla 19	Resumen de Resultados .....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de Producción de Aluminio .....	6
Figura 2	Extracción de Bauxita .....	7
Figura 3	Alúmina en polvo .....	7
Figura 4	Electrólisis de aluminio .....	8
Figura 5	Elementos para obtener Aluminio Primario .....	9
Figura 6	Mapa de localización de las existencias de bauxita de alta calidad .....	10
Figura 7	Evolución de Producción Mundial de Aluminio Primario .....	10
Figura 8	Mapa de localización de la producción de aluminio .....	11
Figura 9	Producción Mundial de Aluminio por País .....	11
Figura 10	Producción Mundial de Aluminio Primario y Secundario .....	12
Figura 11	Consumo de Aluminio por Regiones durante el año 2010 .....	13
Figura 12	Precios Aluminio vs. Petróleo .....	16
Figura 13	Evolución del PIB de la Construcción .....	18
Figura 14	Participación del Mercado de Aluminio en Ecuador 2011 .....	19
Figura 15	Empresas del Grupo Corpesa S.A. ....	25
Figura 16	Estructura Orgánica de Cedal S.A. ....	26
Figura 17	Organigrama de la Planta Industrial Cedal .....	27
Figura 18	Mapa de Procesos de Cedal S.A. ....	28
Figura 19	Producción Cedal S.A. ....	31
Figura 20	Ventas anuales por destino .....	32
Figura 21	Ventas anuales Cedal. Millones de USD vs. Toneladas .....	32
Figura 22	Diagrama del Proceso de Planificación de Producción de Cedal S.A .....	35
Figura 23	Codificación de Ordenes Producción de Cedal S.A.....	36
Figura 24	Cupo para el Mercado de Exportación (Porcentaje vs Toneladas) .....	41
Figura 25	Criterios y Zonas de Carga.....	43
Figura 26	Producción Promedio Anual de Fundición .....	45
Figura 27	Consumo de Materia Prima Promedio Anual de Extrusión .....	45
Figura 28	Producción Promedio Anual de Extrusión .....	46

Figura 29	Eficiencia de Máquinas en el Proceso de Extrusión .....	46
Figura 30	Producción Promedio Anual de Anodizado .....	47
Figura 31	Producción Promedio Anual de Pintura .....	48
Figura 32	Porcentaje de Calidad de la Planta Industrial Cedal .....	49
Figura 33	Despacho Promedio Anual de la Planta Cedal .....	49
Figura 34	Evaluación de Factores de Éxito .....	53
Figura 35	Diagrama de Flujo del Proceso de Planificación Empresarial de CEDAL S.A. ....	58
Figura 36	Análisis de Ventas por número de artículos CEDAL S.A. ....	62
Figura 37	Caracterización estadística del Artículo A1823 04 640T501.....	64
Figura 38	Áreas de la curva Normal.....	65
Figura 39	Sesión Relación Almacén Artículo .....	67
Figura 40	Sesión Consulta de Stock de Artículo por Almacén .....	68
Figura 41	Sesión Orden de Venta .....	69
Figura 42	Identificación de Cuellos de Botella en la Planta Industrial .....	71
Figura 43	Diagrama de actividades de Planificación de Producción .....	72
Figura 44	Indicador de Kilos por Corrida y Cambio de matrices por día .....	79
Figura 45	Producción en Prensas.....	79
Figura 46	Productividad Real en Extrusión.....	80
Figura 47	Despachos Nacionales.....	81
Figura 48	Despachos o Ventas de Exportación .....	82
Figura 49	Despachos Totales.....	82
Figura 50	Ventas Anuales por Mercado .....	83
Figura 51	Participación del Mercado Local.....	84
Figura 52	Evaluación de Factores críticos de Éxito .....	85
Figura 53	Inventario Valorado en Millones de dólares .....	86
Figura 54	Cálculo del Costo de Inventario en Cedal Aluminio.....	87
Figura 55	Composición del inventario de Producto terminado 2012.....	87

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En un entorno cada vez más globalizado y competitivo las únicas empresas destinadas generar valor y permanecer en el tiempo son aquellas que se destacan por su calidad y productividad, términos que se asocian con satisfacción del cliente y uso eficiente de recursos. Este axioma no es la excepción en el mercado ecuatoriano de la construcción y específicamente en el de tubos y perfiles de aluminio, en donde la estrategia de crecimiento de la industria local se ha basado en la calidad del producto, no obstante el ingreso agresivo de productos extranjeros de menor precio se ha convertido en la principal amenaza del sector, por lo que se vuelve cada vez más importante generar ventajas competitivas en los procesos de servicio y atención al cliente.

Para la Corporación Ecuatoriana de Aluminio Cedral S.A. la enorme inversión en inventarios de producto terminado, no necesariamente ha resultado en un índice de disponibilidad aceptable a los ojos del cliente, por lo tanto, se hace necesario replantear los procesos de planificación de la producción con la finalidad de optimizar los recursos de la compañía. El problema a resolver en el presente trabajo es evitar el desbalance de los inventarios con la demanda de la empresa, de tal manera que los productos alta rotación estén disponibles para el cliente.

En este estudio se hace un levantamiento del proceso de planificación de la producción; un adecuado diagnóstico permite plantear y evaluar propuestas de cambio orientadas hacia incrementar la capacidad de producción en procesos críticos, mejorar la disponibilidad de información de los inventarios, mejorar el método de programación y disminuir los errores en la elaboración de pedidos, entre otras.

El diseño e implementación del nuevo proceso de planificación de la producción, con la determinación de los stocks de seguridad y su adecuado control, aporta a la mejora los niveles de disponibilidad del producto, incrementando las ventas y la participación en el mercado. Por otra parte el nuevo método de planificación ayuda al logro de mejores

niveles de producción a través de la reducción del número de cambios de formato en la planta industrial. Finalmente, la mejora se refleja en un menor costo en los inventarios de producto terminado.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla en la Corporación Ecuatoriana de Aluminio Cedal S.A., empresa líder en la producción y comercialización de perfiles y tubos de aluminio. Cedal S.A. con la finalidad de garantizar la entrega oportuna, tiene enormes inversiones en inventarios de producto terminado, sin embargo la percepción del cliente sobre la disponibilidad del producto no ha alcanzado los niveles esperados; los volúmenes altos de inventario no necesariamente resultan en un mejor servicio al cliente pero sin duda tendrán un impacto en la liquidez de una compañía.

En el capítulo inicial del presente trabajo se describen los principales factores, indicadores y tendencias de la industria del aluminio a nivel mundial y local para posteriormente comprender el entorno particular de Cedal. Se describen con claridad los procesos, productos e información estadística de la empresa, demostrando el espíritu de mejoramiento continuo que brinda las condiciones necesarias para el cambio.

En el segundo capítulo se desarrolla un diagnóstico del proceso original de la planificación de la producción de la compañía, se detectan las debilidades y se plantean y evalúan las oportunidades de mejora orientadas a elevar el nivel de disponibilidad de producto, e incrementar el volumen de ventas. El capítulo siguiente continúa con el diseño del nuevo sistema de planificación de la producción; mismo que se fundamenta en la determinación de los artículos de alta rotación y la definición de stocks de seguridad; cabe señalar que el nuevo proceso se apoya en la implementación de un sistema ERP<sup>1</sup> como herramienta de gestión.

En el cuarto capítulo, luego de un año de la implementación, se presentan y analizan los resultados de los indicadores de gestión relacionados con el cambio del proceso, determinándose que la ejecución del presente estudio aporta positivamente al buen

---

<sup>1</sup> “Enterprise Resource Planning o Sistema de Planificación de Recursos empresariales. Sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que, de una forma estructurada, satisface la demanda de necesidades de gestión empresarial”. (Muñiz, 2004, p. 27).

desempeño de la compañía ya que se incrementa el nivel de disponibilidad del producto, se reduce el costo financiero de los inventarios y se mejora la utilización de los equipos de la planta industrial, logrando los objetivos planteados.

A pesar de este saldo favorable, se recomienda a la organización, que debido a las condiciones cambiantes y altamente competitivas del mercado de perfiles y tubos de aluminio, a más de analizar la demanda y actualizar periódicamente los stocks de seguridad, se deben monitorear continuamente los factores externos que afectan el mercado y alinear las políticas de administración de inventarios con las estrategias de crecimiento.

## **1 ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO**

El objetivo del presente capítulo es analizar las condiciones, bajo las cuales opera la industria del aluminio en el mundo y en el Ecuador; así como su impacto en los sectores industriales y de la construcción.

En el desarrollo de este capítulo se identifican los principales parámetros que se relacionan e influyen en el desempeño de la empresa CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A., y del mercado de perfiles y tubos de aluminio.

### **1.1 ANÁLISIS DEL ENTORNO**

#### **1.1.1 La Industria de Aluminio a Nivel Mundial**

##### **1.1.1.1 Orígenes de la Industria del Aluminio**

El aluminio es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre (luego del silicio y el oxígeno), representando un 8%; no se encuentra en estado libre, pero sus compuestos se han utilizado por la humanidad desde los tiempos más remotos. (Hufnagel, 1992, p. 5)

En 1807 el químico inglés Sir Humphrey Davy estableció la existencia del aluminio. En 1831 Berthier descubrió bauxita, roca sedimentaria compuesta por alúmina y hierro, en el pueblo Les Baux (Francia). En 1854 el francés Henri Saint-Claire Deville desarrolló un proceso que permitió producir aluminio en pequeñas cantidades y a un coste muy elevado. Finalmente, en 1866, el proceso de electrolisis empleado actualmente fue descubierto de forma casi simultánea por Charles Martin Hall en los Estados Unidos y Paul Louis Toussaint Héroult en Francia. En 1888 Karl Bayer mejoró el proceso reduciendo los costes en un 80% y convirtió así el aluminio en un producto comercial. (Hufnagel, 1992, p. 5)

La extracción del aluminio a partir de las rocas que lo contenían se reveló como una tarea ardua; podían producirse pequeñas cantidades, reduciendo con sodio un cloruro mixto de aluminio y sodio. Durante el siglo XIX, la producción era tan costosa que el aluminio llegó a considerarse un material tanpreciado o más que la plata o el oro. Sus diversas y únicas propiedades le convirtieron rápidamente en un metal moderno. El aluminio inició su desarrollo imparable en todos los medios de transporte, en la construcción, en el embalaje de alimentos, en las aplicaciones domésticas y en casi todas las industrias. (Hufnagel, 1992, p. 6)

### **1.1.1.2 Propiedades del Aluminio**

La demanda de aluminio ha ido creciendo de forma importante debido a sus propiedades muy beneficiosas que le han convertido en uno de los materiales más idóneos y ventajosos, desde el punto de vista económico. Según Hufnagel (1992), las principales características del aluminio son las siguientes:

**Baja densidad:** De  $2,7 \text{ gr/cm}^3$  es un tercio de la densidad del acero. Gracias a esta propiedad se obtienen fuertes disminuciones de masa en la construcción de vehículos, que conduce a un gran ahorro energético y disminución de costos de mantenimiento. En las construcciones estáticas, disminuye el peso y con ello, los cimientos y soportes pueden ser ligeros.

**Propiedades de resistencias favorables:** Existen materiales de aluminio de aleaciones normalizadas para las aplicaciones más diversas con propiedades óptimas en cuanto a su resistencia (resistencia mínima a la tracción desde 60 hasta  $530 \text{ N/mm}^2$ ), brindando soluciones óptimas para casi todos los campos de aplicación.

**Buena resistencia a los productos químicos a la intemperie y al agua del mar:** Gracias a esta propiedad se emplea en la construcción, en la industria química, en la alimentaria, artículos de consumo, en la construcción de vehículos, barcos y otros sectores.

**Buena conformación:** Esto hace posible la fabricación mediante extrusión de perfiles y tubos. También es posible su fabricación con todos los demás procesos de conformación en frío y en caliente.

**Buen mecanizado:** Todos los metales a base de aluminio admiten el mecanizado con facilidad y pueden soportar altas velocidades de corte.

**Buenas cualidades para los trabajos de unión:** Se puede utilizar todos los procedimientos usuales de soldadura, uniones por pegado y rebordado.

**Las superficies admiten diversos tratamientos:** A los materiales de aluminio se los puede pintar, anodizar brindando aspectos decorativos y de alta resistencia y dureza.

**No produce chispas, es incombustible:** debido a esta propiedad, es muy seguro y recomendado su uso en minería.

**Elevada conductividad térmica:** Se encuentra comprendida entre 80 y 230 W/m. Se hace uso de esta propiedad en pistones, cilindros y culatas de motores de combustión, en compresores e intercambiadores de todo tipo.

**Conductividad eléctrica:** Es relativamente alta, por lo que se utiliza aluminio puro para cables y conductores eléctricos.

**Sin reparos sanitarios:** El elemento aluminio y todas sus aleaciones normalizadas son atóxicas. Los productos de aluminio son fáciles de limpiar, esterilizables y cumplen con todas las exigencias higiénicas y asépticas.

En resumen, se trata de un material ligero pero resistente que se utiliza preponderantemente en la industria automotriz, la industria aeroespacial, la construcción y los embalajes. (Hufnagel, 1992, p. 7)

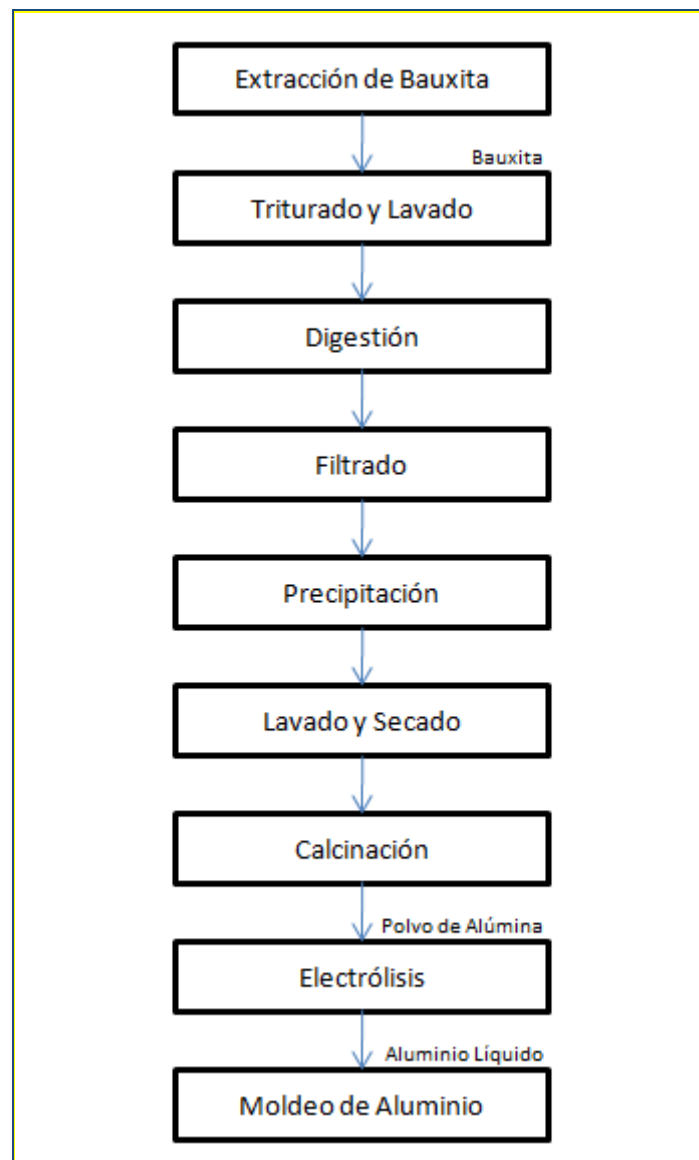
### **1.1.1.3 Proceso de obtención del Aluminio**

Según el Centro de Innovación Tecnológica de Aluminio de Venezuela, CINTAL, la producción de aluminio consiste de 3 pasos: extracción de bauxita, producción de alúmina y electrólisis de aluminio.

El principal inconveniente para su obtención reside en la elevada cantidad de energía eléctrica que requiere su producción. Este problema se compensa por su bajo coste de reciclado, su extendida vida útil y la estabilidad de su precio.

A continuación se resume el proceso de obtención de aluminio primario:

**Figura 1: Proceso de Producción de Aluminio**



**Fuente:** Ministerio de Industria y Energía de España, Guías Tecnológicas/ Metalurgia del aluminio, Junio 2012, p. 5.

La materia prima para la producción de aluminio, bauxita, está compuesta principalmente por uno o más componentes de hidróxido de aluminio, además de sílice, hierro y óxido de titanio como las principales impurezas. (CINTAL, 2012)

**Figura 2: Extracción de Bauxita**



**Fuente:** Corporación Venezolana De Guayana Bauxilum, Procesos Bauxita, Obtenida el 15 noviembre 2012, de <http://www.bauxilum.com/es/procesos>.

Una vez obtenida la bauxita, se refina y reduce mediante lavados hasta lograr polvo de alúmina. La alúmina es el óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) mismo que es vital para la producción de aluminio (se requieren aproximadamente dos toneladas de alúmina para producir una tonelada de aluminio).

El óxido de aluminio es separado de las otras sustancias de la bauxita mediante una solución de soda cáustica. La sosa disuelve los minerales de aluminio pero no los otros componentes de la bauxita, que permanecen sólidos. La mezcla obtenida es filtrada para remover todas las partículas insolubles. Después de esto, el hidróxido de aluminio es precipitado de la solución de soda, lavado y secado, mientras que la solución de soda es reciclada. Después de la calcinación, el producto final, óxido de aluminio, es un fino polvo blanco. (CINTAL, 2012)

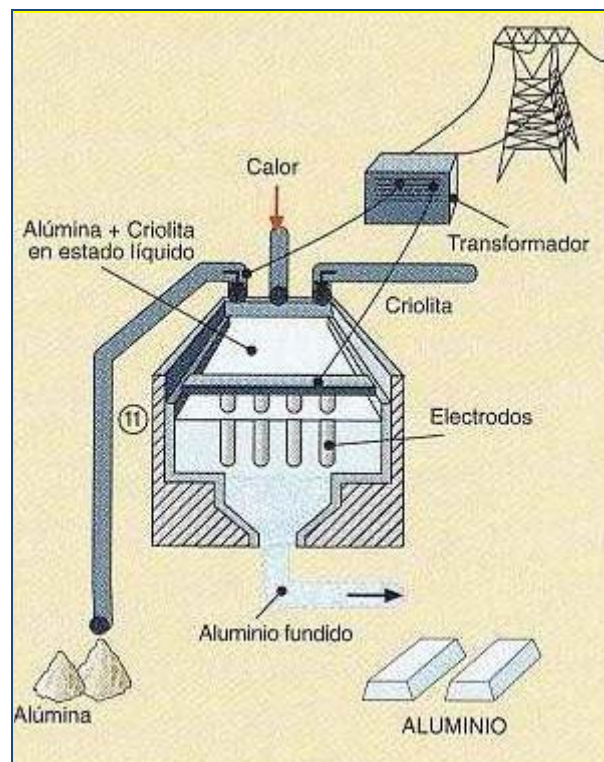
**Figura 3: Alúmina en polvo**



**Fuente:** Corporación Venezolana De Guayana Bauxilum, Procesos Bauxita, Obtenida el 15 noviembre 2012, de <http://www.bauxilum.com/es/procesos>.

La alúmina obtenida se utiliza principalmente para producir aluminio mediante electrólisis<sup>2</sup> procesada en tinas electrolíticas llamadas celdas reductoras. Estas tinas funcionan con un baño de criolita (fluoruro de aluminio sódico), el ánodo es un electrodo de carbón y el cátodo es la misma tina. En estas tinas se obtiene el aluminio metálico. El aluminio obtenido de las celdas reductoras es moldeado y procesado en hornos de concentración para la obtención de aluminio de alta pureza y calidad. (CINTAL, 2012)

**Figura 4: Electrólisis de aluminio**



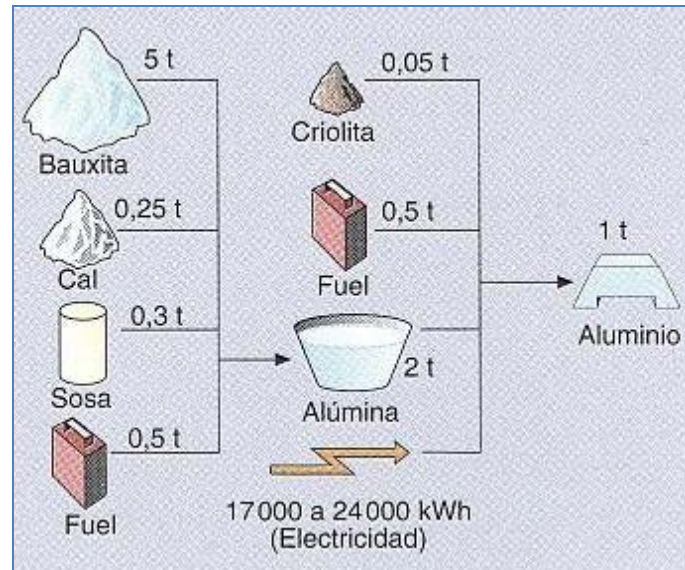
**Fuente:** Fernando José Arboleda, El Aluminio, Obtenida el 1 de diciembre del 2012, de <http://fernandoyjose.wordpress.com/aluminio>.

El principal inconveniente para su obtención reside en la elevada cantidad de energía eléctrica que requiere su producción. En términos generales, para la producción de cada tonelada de aluminio se requiere dos toneladas de alúmina, los que son producto de cinco toneladas de bauxita y un coste energético de 24.000 kwh. (ARBOLEDA, 2012)

El resultado del proceso productivo es el aluminio primario; la denominación “primario” significa que es producido a partir de materiales no reciclados.

<sup>2</sup> Electrólisis: proceso mediante el cual se hace pasar gran cantidad de energía a través de un material para separar sus componentes. (Jaramillo, 2004, p. 220)

**Figura 5: Elementos para obtener Aluminio Primario**

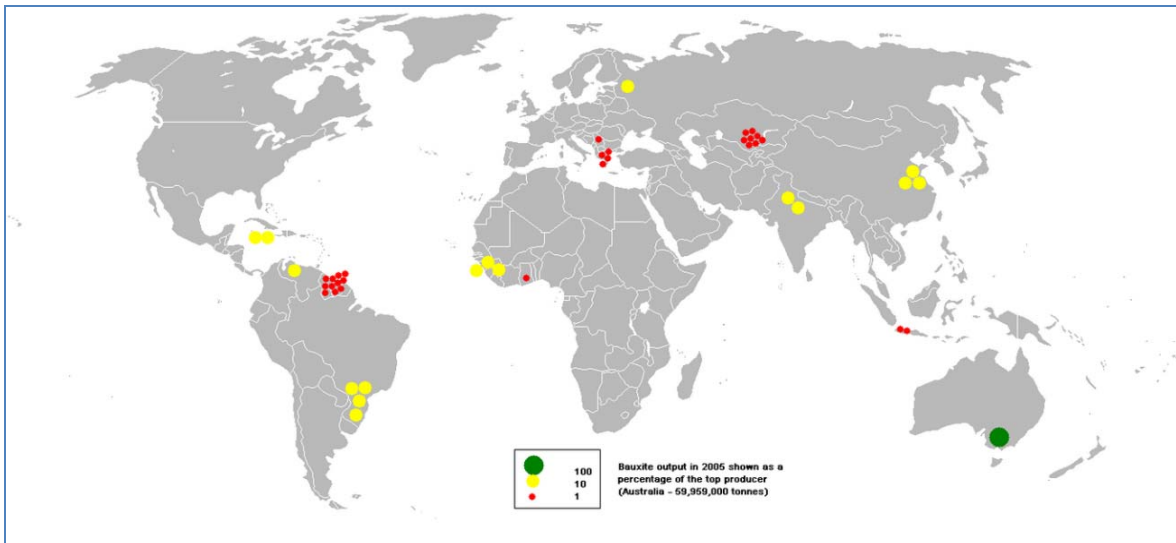


**Fuente:** Fernando José Arboleda, El Aluminio, Obtenida el 1 de diciembre del 2012, de <http://fernandoyjose.wordpress.com/aluminio/>.

Al final de la vida útil que contiene aluminio puede ser utilizado una y otra vez sin que se pierda su calidad, ahorrando energía y materiales en bruto. Reciclando un kilogramo de aluminio se pueden ahorrar 8 kilogramos de bauxita y 4 kilogramos de productos químicos. La producción de aluminio reciclado reduce este coste del 95%. Adicionalmente cabe señalar que al aluminio puro se le añaden otros componentes y metales con el fin de formar aleaciones con diferentes propiedades y usos. (ARBOLEDA, 2012)

#### 1.1.1.4 Producción Mundial de Aluminio

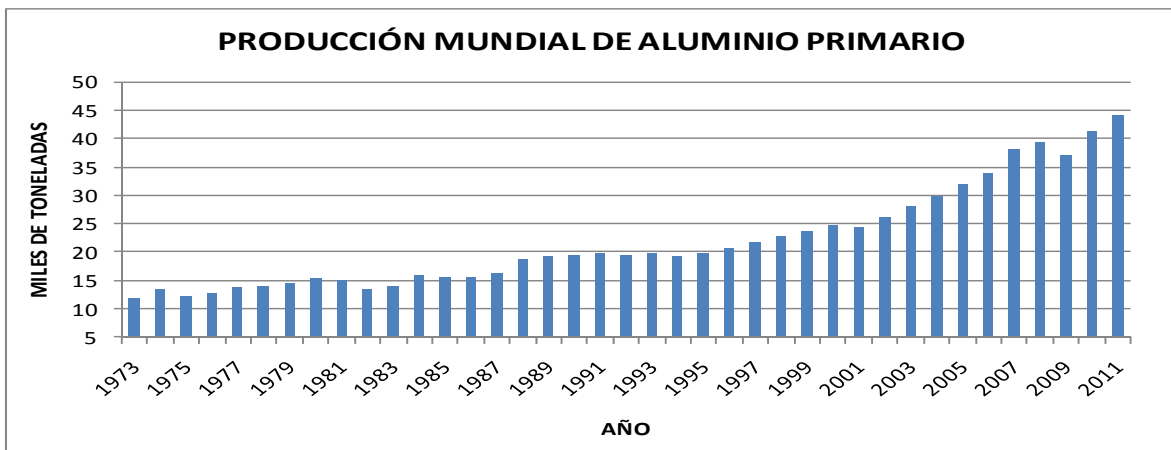
Aunque existan numerosos minerales a partir de los cuales es posible obtener el aluminio, el mineral normalmente empleado en su producción es la bauxita, esta está compuesta de una variedad de sustancias, siendo el óxido de aluminio su componente dominante; la bauxita fue identificada por primera vez en 1821 por Berthier en la localidad de Le Baux en el sur de Francia. Actualmente, las principales reservas comercializables se encuentran en regiones tropicales o subtropicales; las zonas pueden apreciarse en el mapa adjunto siendo Australia el país con la mayor reserva, cabe señalar que el 90% de las reservas se encuentran en doce países. (Plunkert, 2000, p. 112)

**Figura 6: Mapa de localización de las existencias de bauxita de alta calidad**

**Fuente:** British Geological Survey, World Mineral Statistics, Obtenida el 3 junio 2012 de <http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/commodity/world/home.html>.

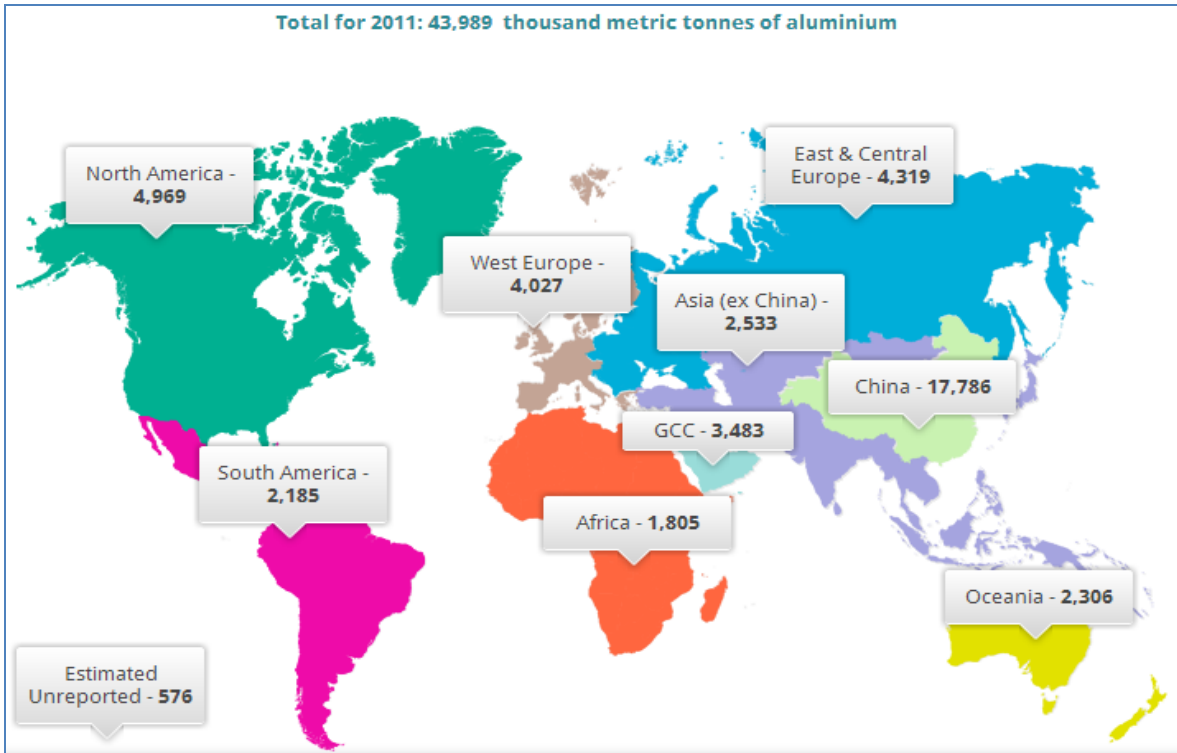
Actualmente, los principales depósitos de bauxita de alta calidad, es decir, con alto contenido de aluminio, han sido divididos entre los mayores productores de aluminio del mundo. Estas compañías concentran por lo general la extracción de bauxita, la producción de alúmina, y la fundición de aluminio y son las que se encuentran a la cabeza del mercado de aluminio global. (MRECIC, 2010, p. 5)

A continuación se muestran cifras de producción mundial; según datos de la Organización Mundial de Aluminio, se puede apreciar un crecimiento de doce mil toneladas en 1973 a cuarenta y cuatro mil toneladas alcanzadas en el 2012.

**Figura 7: Evolución de Producción Mundial de Aluminio Primario**

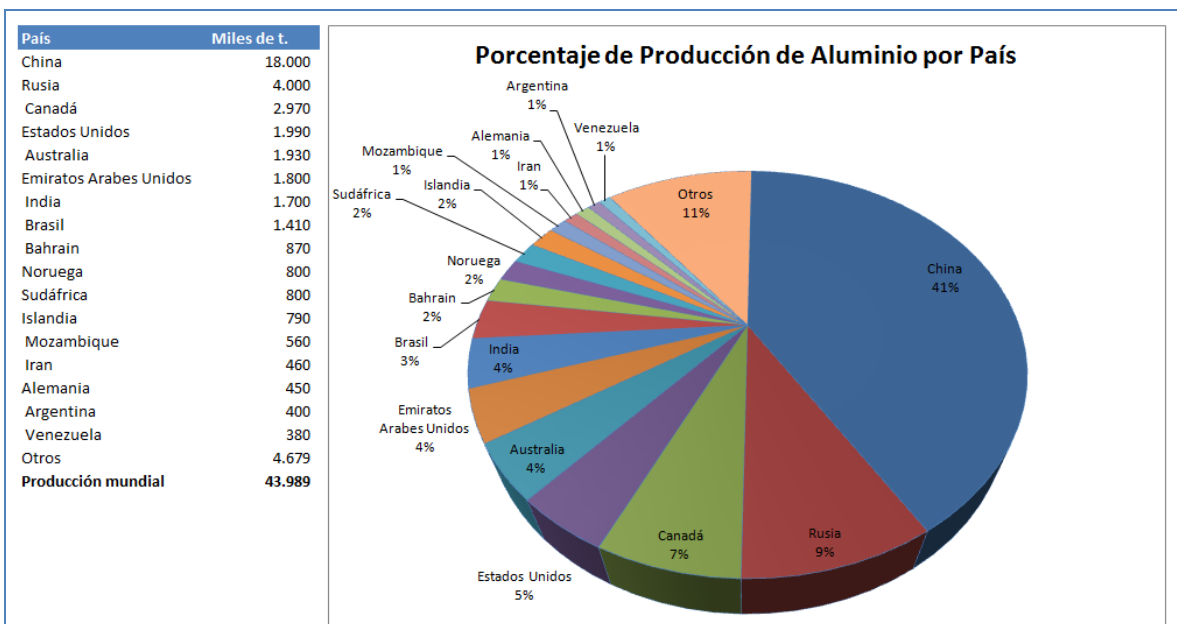
Según cifras de la Organización Mundial de Aluminio, se aprecia que China lidera la producción mundial de aluminio con 18 mil toneladas, cifra que representa el 41% del total registrado.

**Figura 8: Mapa de localización de la producción de aluminio**



**Fuente:** International Aluminium Institute “Primary Aluminium Annual Production” <http://www.world-aluminium.org> (16 enero 2012).

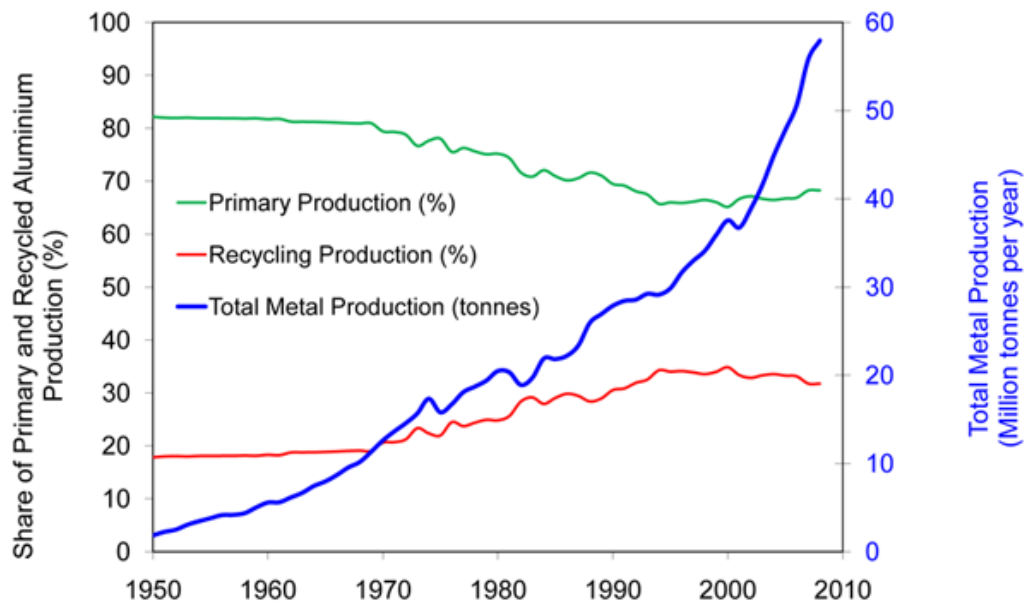
**Figura 9: Producción Mundial de Aluminio por País**



**Fuente:** Datos obtenidos de: International Aluminium Institute “Primary Aluminium Annual Production” <http://www.world-aluminium.org> (16 enero 2012).

La producción mundial de aluminio secundario o reciclado ha crecido constantemente, pasando de 2,6 millones de toneladas en 1970 a alrededor de 9 millones de toneladas en 2000, alrededor de un 38 %. Sin embargo, a partir del año 2000 se han invertido las tendencias, aun cuando la producción primaria sigue aumentando rápidamente. En 2008, la producción de 6,3 millones de toneladas a partir de chatarra fue equivalente a sólo el 16% de la producción total.

**Figura 10: Producción Mundial de Aluminio Primario y Secundario**

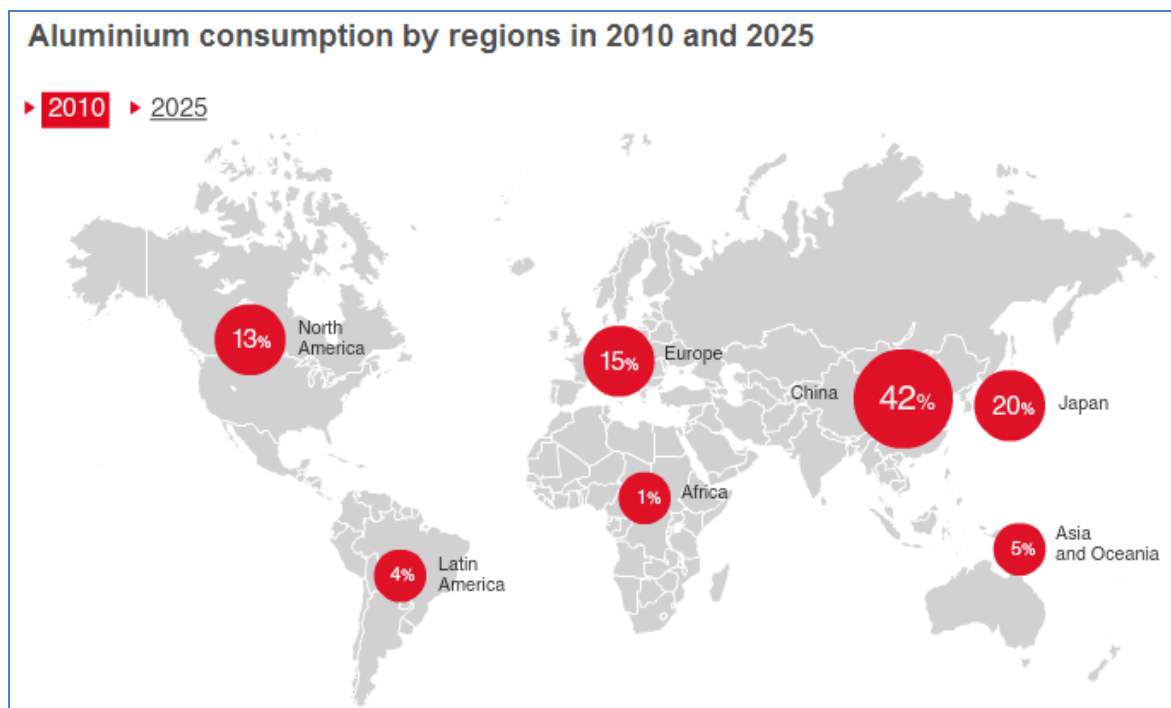


**Fuente:** Renner Michael, World Metals Production Surges, tomado el 19 de junio del 2013 de <http://recycling.world-aluminium.org/review/recycling-indicators.html>.

La experiencia de Japón es única en cuanto a que se ha abandonado casi por completo la producción primaria de aluminio, basándose en lugar de ello en la producción secundaria y en las importaciones. En los Estados Unidos, la producción secundaria a partir de la chatarra procedente de los consumidores representa el 30 % del suministro. En la Unión Europea, la producción de aluminio secundario se ha triplicado desde 1980, representando alrededor del 40 % del total. (MRECIC, 2010, p. 14)

En lo que respecta al consumo de aluminio, el crecimiento de la demanda se basa en gran parte por el rápido desarrollo y urbanización de China, que hoy representa más del 40% del consumo mundial. Los otros grandes consumidores de aluminio son Japón, Europa y los EE.UU.

**Figura 11: Consumo de Aluminio por Regiones durante el año 2010**



**Fuente:** Rusal, Aluminium consumption by regions in 2012 and 2025, tomado el 27 de agosto del 2012 de <http://www.rusal.ru/en/aluminium/consumers.aspx>.

En los países desarrollados la demanda de aluminio proviene principalmente de la industria del transporte, debido a que el mercado de autos continúa en expansión. El aluminio hace que los autos sean más eficientes energéticamente, por lo que su uso ayuda que la producción se alinee con los objetivos medioambientales establecidos, y adoptados por los EE.UU., Japón y los países miembros de la Unión Europea.

Por otra parte los países en vías de desarrollo están ampliando su infraestructura para satisfacer las necesidades de una población creciente y la migración hacia las grandes ciudades. La demanda mundial de aluminio está experimentando un crecimiento fuerte, sostenido por el aumento de la población mundial; por lo que el consumo mundial de aluminio se prevé que aumente en un 6,5% anual entre 2011 y 2015, llegando a aproximadamente 58 millones de toneladas en 2015.

La industria del aluminio es un sector muy competitivo y muy consolidado; seis de los más grandes productores representan actualmente más del 60% de la producción mundial. Esto se explica en gran medida por las barreras de entrada, entre ellas:

- a) Las minas de bauxita ya se han repartido entre los productores de aluminio claves.
- b) Las compañías productoras poseen tecnologías patentadas.
- c) Compañías productoras tienen acceso constante a un costo competitivo de la energía.

**Tabla 1: Ranking Empresas Productoras de Aluminio 2011**

Ranking	Empresa	Producción (Miles de Ton)	Participación de la Producción Mundial
1	United Co. Rusal	4,1	9,4%
2	Rio Tinto Group	3,8	8,7%
3	Alcoa Inc.	3,7	8,3%
4	Aluminum Corp. of China	3,1	7,1%
5	Norsk Hydro ASA	1,7	3,9%
6	Dubai Aluminium Co.	1,4	3,2%
7	China Power Investment Co.	1,4	3,1%
8	BHP Billiton Ltd.	1,2	2,8%
9	Shandong Xinha Aluminum and Electricity Group	1,0	2,3%
10	Aluminium Bahrain BSC	0,9	2,0%

**Fuente:** RUSAL COMPANY. "Aluminium Producers". <http://www.rusal.ru/en> (16 JUN 2012).

**RUSAL** es el productor a nivel mundial más grande, La empresa fue fundada en el año 2000 y, tras su fusión con SUAL y los activos de alúmina de Glencore, se convirtió en el líder mundial de la industria de aluminio en 2007. Tiene más de 72,000 empleados, opera con cuarenta plantas en diecinueve países de los cinco continentes. Su capacidad de producción es de 4.7 millones de toneladas.

El grupo **RIO TINTO**, nace de la fusión en Rio Tinto-Zinc Corporation (RTZ), con base en el Reino Unido y fundada en 1873, con Conzinc Riotinto of Australia Limited (CRA), con base en Australia. Tras comprar la empresa canadiense de aluminio Alcan Inc. por 38,1 mil millones de dólares, se crea la segunda empresa más grande de aluminio y líder en la extracción de otros minerales y diamantes. (Río Tinto, 2012)

El grupo **ALCOA** (Aluminum Co. of America), es la tercera empresa más grande, emplea a 61,000 empleados en más de treinta países. La innovación de Alcoa ha estado detrás de los principales hitos en la industria aeroespacial, de automoción, envases, construcción, edificación, transporte comercial, electrónica de consumo y mercados industriales en los últimos 125 años. (ALCOA, 2012)

**Aluminium Corporation of China** (CHINALCO) es el único productor de alúmina y el mayor productor de aluminio primario de la República Popular de China. (Chalco, 2012). Chinalco está invirtiendo 3.000 millones de dólares para comenzar operaciones de minería a cielo abierto, en el plazo de tres a cuatro años, en el distrito de Morococha, Perú. La compañía prevé extraer cobre del monte Toromocho.

**Hydro** es un proveedor de aluminio con actividades en toda la cadena de valor, desde la extracción de bauxita hasta la producción de productos de aluminio extruido y enrollado y sistemas de construcción. La empresa tiene su sede en Noruega y cuenta con 22.000 empleados repartidos en más de 40 países. (Hydro, 2012)

#### **1.1.1.5 Precio del Aluminio**

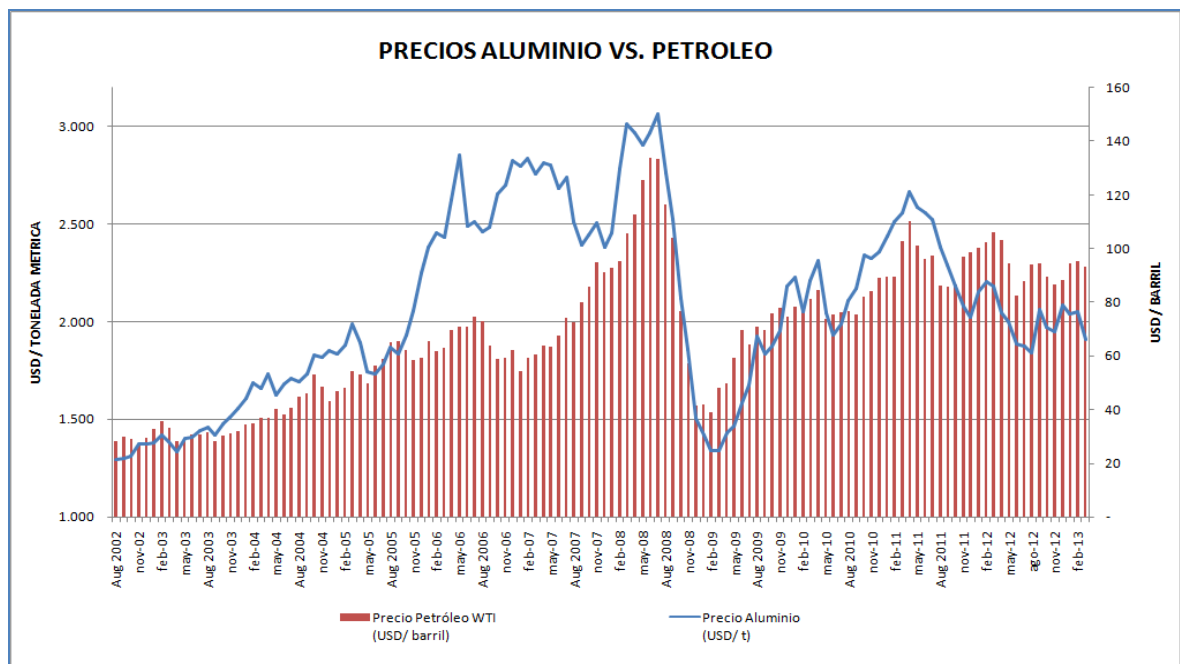
En cuanto al lingote de aluminio, sus precios se cotizan en la bolsa de valores LME (London Metal Exchange); alcanzó su pico máximo de U\$S 3.290 por tonelada en julio de 2008, por otra parte las tendencias a la baja de los precios de aluminio se debieron a la recesión económica que causó una merma considerable en la demanda mundial, hecho que derivó en excedentes de producción durante la mayor parte de 2009. Sin embargo, los signos de recuperación económica a fines de 2009, junto con las reducciones en la producción causadas por el cierre temporario de algunas plantas productoras, hicieron que los precios se recuperaran durante el 2010.

Durante el 2011 el precio del aluminio se incrementó en los primeros meses, como se muestra en el figura 12 “Precios Petróleo vs. Aluminio”. A más de la influencia del precio del petróleo, el incremento del precio del aluminio en el 2011 se relacionó con la devaluación del dólar estadounidense. El comportamiento futuro de los precios es incierto y está ligado a los ciclos económicos; en Julio del 2012, en parte debido a la crisis europea, se ve una fuerte correlación entre la caída tanto en el precio del petróleo como del Aluminio.

El comportamiento del sector también puede ser relaciona por dos factores:

- a) Producir aluminio demanda enormes cantidades de electricidad y el alza en los costos de la energía (relacionadas con el petróleo) se refleja en un alza en el precio.
- b) Cuando las productoras de aluminio aumentaran la oferta para aprovechar el ascenso del precio, el exceso de aluminio en el mercado nuevamente derrumba los precios.

**Figura 12: Precios Aluminio vs. Petróleo**



**Fuente:** INDEXMUNDI. Commodities data. Internet. <http://www.indexmundi.com/commodities>.

Los márgenes del negocio de Perfiles y tubos de aluminio son susceptibles a los cambios en los precios de la materia prima que impactan directamente al costo de los inventarios y al costo de ventas; aún con más razón en el mercado de nuestro país, debido a que se debe comprar y negociar la materia prima con meses de anticipación. Al existir una mayor competencia, estos márgenes difícilmente se pueden reflejar en incremento de precios.

### 1.1.2 Mercado Ecuatoriano de Aluminio

Si bien las aplicaciones industriales del aluminio son numerosas, el análisis de la presente tesis se enfoca al proceso de extrusiones de aluminio, proceso mediante el cual se obtiene perfiles y tubos de aluminio, de aquí que para realizar un análisis del mercado, debemos

tomar como base al sector de la construcción y vivienda, donde el aluminio convertido en “perfiles y tubos” es utilizado para realizar los acabados en ventanas, puertas, mamparas, enrejados, etc.

### **1.1.2.1 Mercado de la Construcción en el Ecuador**

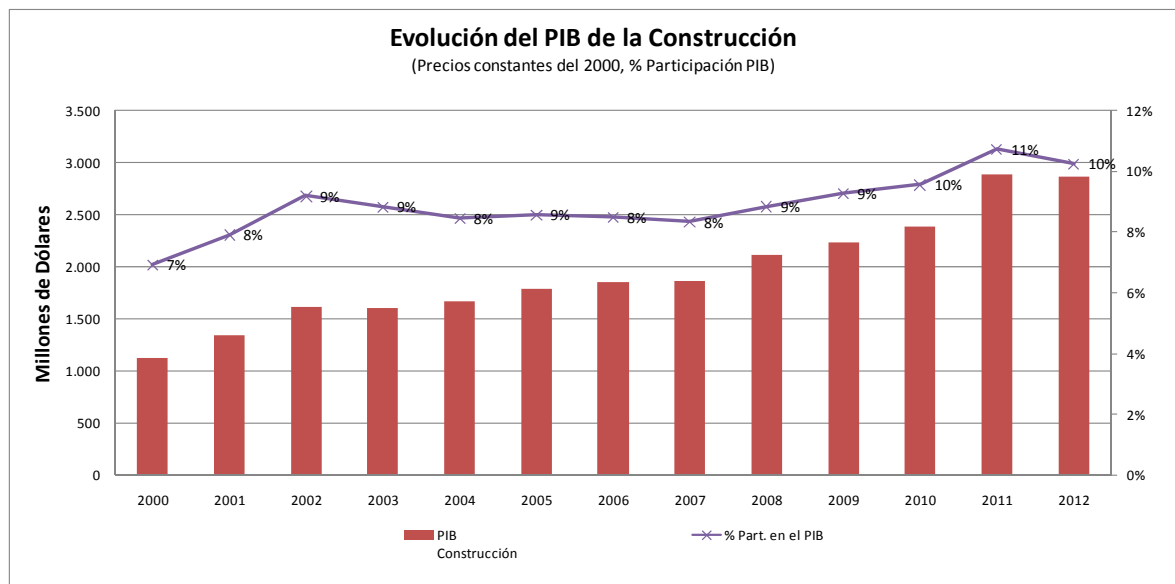
El sector de la construcción ecuatoriano ha crecido a partir de la dolarización; entre los principales factores que han aportado a su crecimiento están:

- Estabilidad económica generada a partir del 2000; esta potenció la inversión extranjera directa en el sector.
- Fuerte inyección de recursos, básicamente del sector público, pero también por el crédito de instituciones privadas.
- Desconfianza en el sistema financiero, hace que se canalicen las inversiones hacia la vivienda.
- Aumento significativo de las remesas de los migrantes; fue un factor importante hasta la crisis europea.
- El incremento de la competencia en el sector, mejorando la calidad de las construcciones y de sus costos.

No obstante, la construcción tiende a ser volátil, ya que su evolución está ligada al ciclo económico y a variables políticas. Las crisis económicas o la inestabilidad política afectan al sector, así como los auges económicos lo activan y dinamizan. Además, debido a sus vínculos con el resto de sectores, los choques externos afectan a las industrias productoras de insumos y materiales utilizados en las construcciones; así que, el Estado suele prestar especial interés a este sector, interviniendo de forma directa o indirecta para contrarrestar sus desequilibrios.

El aporte al Producto Interno Bruto por parte del sector de la construcción se ha incrementado en la última década; pasando del 6,9% de participación dentro del PIB en el año 2000, al 10,2% en el año 2012; lo que se traduce en un incremento de 3,2 puntos porcentuales. El comportamiento del sector de la construcción en los próximos años dependerá de la liquidez que exista en la economía, de las fuentes de crédito para vivienda y del dinamismo del gasto público que dependerá a su vez de la estabilidad del precio del petróleo y del acceso que el Gobierno tenga a fuentes de financiamiento tanto internas como externas.

**Figura 13: Evolución del PIB de la Construcción**

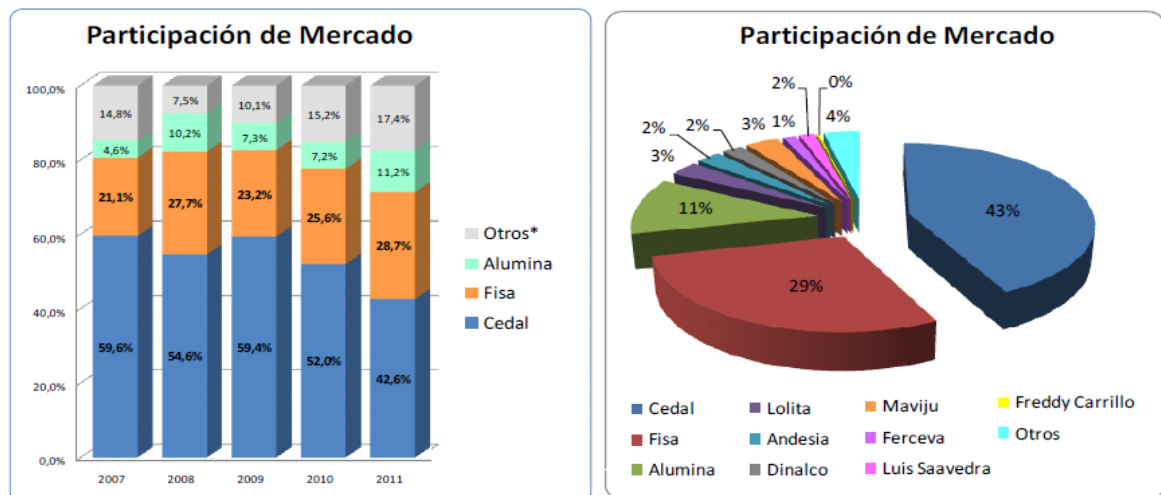


**Fuente:** Banco Central de Ecuador, Boletín No.77 Análisis de las Cuentas Nacionales trimestrales, Dic 2012.

### 1.1.2.2 Competencia de Perfiles y Tubos de Aluminio en el Ecuador

Según la calificadora de riesgos Bank Watch Ratings S.A., en el Ecuador la demanda de perfiles y tubos de aluminio al cierre del 2011 llegó a quince mil toneladas anuales o su equivalente de noventa millones de dólares; cifra muy atractiva para empresarios importadores directos. Sin embargo el mercado puede distorsionarse debido a la competencia informal que factura sin IVA y no cumple con las normas mínimas en la calidad del producto.

Figura 14: Participación del Mercado de Aluminio en Ecuador 2011



Fuente: Bank Watch Rating S.A, Calificación de Riesgo de Cedal, Marzo 2011, p. 6.

Como se puede apreciar en la figura anterior, Cedal y Fisa en los últimos años han abastecido más del 75% del mercado Ecuatoriano. Las dos son las únicas empresas ecuatorianas que se dedican a la extrusión de perfiles de aluminio. El 25% restante del mercado se abastece de importaciones principalmente de Colombia (Alúmina) y de China. La incursión de nuevos integrantes de menor tamaño ha hecho de este un mercado altamente competitivo, restándole participación a Cedal respecto a los niveles que mantenía históricamente.

Al analizar todo el sector metalúrgico ecuatoriano, se observa que las ventas se concentran en quince empresas las cuales tienen el 81% de las ventas; Cedal y Fisa se dedicadas a la producción y comercialización de perfiles y tubos de aluminio se encuentran dentro de este grupo.

En la siguiente tabla se puede apreciar que el negocio de la industria metalúrgica en general, es intenso en uso de capital, ya que se requieren ingentes inversiones en maquinaria, tecnología y sobre todo manejo de inventarios de producto en proceso y producto terminado.

Tabla 2: Ranking Empresarial 2011

RANKING EMPRESARIAL 2011. INDUSTRIA METALURGICA ECUATORIANA								
Ranking	RAZON SOCIAL	Venta	Activos	Pasivos	Patrimonio	Utilidad	% PART (Venta)	% PART. ACUM (Venta)
		(millones de dólares)						
1	ACERIA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.	205,67	174,74	86,66	88,08	22,22	13%	13%
2	ACERIAS NACIONALES DEL ECUADOR S.A. (A.N.D.E.C)	176,66	170,84	68,55	102,29	11,20	11%	24%
3	NOVACERO S.A.	161,26	147,31	91,30	56,01	16,54	10%	35%
4	IPAC S.A.	152,50	121,54	58,19	63,35	12,13	10%	44%
5	IDEAL ALAMBREC S.A.	119,51	56,13	26,48	29,65	7,98	8%	52%
6	FABRICA DE ENVASES S.A. FADESA	97,42	98,90	48,67	50,23	5,71	6%	58%
7	DIPAC MANTA S.A.	70,37	39,93	26,56	13,37	7,61	4%	63%
8	ENVASES DEL LITORAL S.A.	62,64	83,46	52,30	31,15	2,17	4%	67%
9	CORPORACION ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL	42,90	42,11	21,41	20,70	2,12	3%	69%
10	CUBIERTAS DEL ECUADOR KU-BIEC S.A.	41,74	26,93	15,83	11,09	3,95	3%	72%
11	ROOFTEC ECUADOR S.A.	35,52	22,21	10,03	12,18	2,48	2%	74%
12	LUBRICANTES Y TAMBORES DEL ECUADOR C.A.	31,97	16,02	4,57	11,45	2,75	2%	76%
13	FISA FUNDICIONES INDUSTRIALES S.A.	25,47	44,45	23,84	20,61	0,56	2%	78%
14	CONDUIT DEL ECUADOR S.A.	23,74	18,71	14,09	4,63	1,43	2%	79%
15	TUBERIA GALVANIZADA ECUATORIANA S.A.	20,57	22,21	17,26	4,95	0,30	1%	81%
		<b>1.572,35</b>	<b>1.272,97</b>	<b>680,02</b>	<b>591,68</b>	<b>111,05</b>	<b>100%</b>	

**Fuente:** Información tomada de: Revista Ekos Negocios, El portal de Negocios del Ecuador, Los rankings del año, tomado el 16 nov 2012 de <http://www.ekosnegocios.com/empresas/RankingEcuador.aspx>.

### 1.1.3 Entorno Político y Legal

#### 1.1.3.1 Aspecto Político y Legal en el Ecuador

El aspecto político influye en el comportamiento de la economía de los países; el sector metalúrgico y del aluminio no es la excepción. La industria del aluminio al ser una de las fundamentales, en algunos países industrializados es a menudo protegida y atendida por sus gobiernos. La tendencia proteccionista del Gobierno de turno, cuya finalidad es la de incentivar la producción local, ha adoptado como estrategia el incremento y creación de nuevos aranceles a los productos importados. Con estas medidas lo que se busca es equilibrar la balanza comercial y reducir las importaciones de productos que pueden ser sustituidos por ventas locales.

Por una parte el gobierno reconoce la necesidad de implementar políticas que apoyen al desarrollo productivo del sector, beneficiando a las empresas que lo conforman, fomentando sus niveles de inversión tanto a nivel nacional como extranjero. El Código de la Producción, aprobado por la Asamblea Nacional el 29 de diciembre del 2010 busca regular las actividades productivas que se realizan en el país y dotarlas de una serie de mecanismos para que sirvan de motor de crecimiento de la economía, para lo cual se establecieron incentivos de carácter tributario para el sector productivo, con la intención de mejorar la productividad; el Art. 24 del Código de la Producción clasifica estos incentivos

en: a) generales, b) para zonas deprimidas y c) sectoriales para el desarrollo regional equitativo.

Las modificaciones con respecto al anterior código, están orientadas hacia incentivos y estímulos tributarios, que permitan un mayor desarrollo productivo a ciertas industrias estratégicas, entre ellas la metalúrgica; entre los incentivos, se destacan:

Exonerar totalmente de impuesto a la renta por cinco años, a las empresas nuevas cuyo domicilio fiscal sea distinto a los polos de desarrollo (Guayaquil y Quito); adicionalmente los sectores productivos como el turismo, la industria metalmeccánica, la agroindustria y la producción, tendrán una reducción anual de un 1% del impuesto a la renta, hasta dejarlo en un 22%, es decir, una reducción de tres puntos respecto a la tarifa vigente. CÓDIGO ORGÁNICO DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIO E INVERSIONES. (2010). *Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador, No. 351 (Suplemento)*, Diciembre 29, 2010.

Con esta medida el gobierno espera a mediano y largo plazo, cambiar la matriz productiva, promover la inversión, fomentar la producción y generar empleo, lo cual dinamizará la economía del país con énfasis en las micro, pequeñas y medianas empresas.

Por otra parte los empresarios del sector productivo y metalmeccánico expresan sus limitantes en materia comercial, laboral y tributaria; aspectos que hacen más competitivos y atractivos para la inversión extranjera a otros países de la región como Perú, Colombia y Chile. Actualmente las empresas que importan bienes de capital, materias primas e insumos pueden deducir del Impuesto a la Renta el Impuesto a la Salida de Divisas (ISD) que pagan por la importación de estos bienes. Sin embargo, existen empresas que están exentas del pago del Impuesto a la Renta o permanentemente pagan más por ISD que por Impuesto a la Renta. Lo anterior les deja un saldo a favor que no podrán recuperar.

### **1.1.3.2 Organizaciones Políticas del Sector Metalúrgico Ecuatoriano**

La principal asociación del sector siderúrgico y metalmeccánico es la Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal (FEDIMETAL), que agrupa a las principales empresas, con el fin de fortalecer este sector y velar por los intereses comunes, manteniendo a través de su gestión una relación amigable entre sector público y el privado.

Los principales servicios que ofrece son: asesoría técnica, comercio exterior y desarrollo tecnológico a través de una atención personalizada y equitativa para satisfacer los requerimientos del sector.

Otra organización que agrupa a Industrias del sector es la CAPEIPI (Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha). El sector metalmecánico, Eléctrico y Electrónico de la CAPEIPI, tiene el objetivo de fortalecer al gremio, a través de las actividades entre las que se destacan la consecución de proyectos, con el apoyo financiero de entes públicos y privados, orientados a beneficiar a las empresas metalmecánicas para así alcanzar mayores niveles de productividad y competitividad.

#### **1.1.4 Entorno Ambiental**

La sociedad a nivel mundial está tomando conciencia sobre la importancia del cuidado del ambiente en las actividades productivas. En el área industrial, la problemática se enfoca en cómo atenuar los impactos negativos que se generan. La norma ISO 14000 es una herramienta que da las pautas a ser consideradas para gestionar los impactos ambientales de una organización; implementar adecuadamente un Sistema Integrado de Gestión, permite a las industrias atender a sus mercados con productos cada vez más confiables, durables y ambientalmente amigables, producidos en un entorno seguro y productivo, minimizando la generación de residuos.

El aluminio debido a su alta durabilidad y al posible reciclaje del mismo al 100% sin la pérdida de calidad, se ha ganado la denominación de “metal verde”. Una tonelada de aluminio reciclado es capaz de proporcionar un ahorro de alrededor de cuatro toneladas de su principal material que es la bauxita, y un 95% de la energía necesaria para producir aluminio como materia prima. A su vez, esto permite evitar hasta nueve toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Al analizar a las más grandes empresas del país dedicadas a la fundición de chatarra para la producción de acero, se observa que las tres más grandes cuentan con certificaciones de calidad y métodos de trabajo alineados a la protección del medio ambiente convirtiéndose en un referente para los otros sectores productivos. De igual manera Cedal, cuenta con un proceso de fundición y recuperación de aluminio, trabaja bajo Normas ISO 9000, cuenta

con licencia ambiental y se encuentra en la etapa final de obtener la Certificación ISO 14000.

**Tabla 3: Resumen de Competencias Ambientales**

RESUMEN DE COMPETENCIAS AMBIENTALES		
EMPRESA	MISIÓN	CERTIFICACIONES Y MÉTODOS
ACERIA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.	Líderes en el reciclaje para la producción de acero, con excelencia en el servicio, calidad, tecnología, sistemas de gestión, recursos humanos, seguridad industrial, protección ambiental y responsabilidad social.	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, y OHSAS 18001:2007, sistemas certificados por Bureau Veritas del Ecuador. Sellos de Calidad INEN. Adherida al Pacto Mundial (10 principios)
ACERIAS NACIONALES DEL ECUADOR S.A. (A.N.D.E.C)	Líderes en la industria siderúrgica para satisfacer las necesidades de acero en el mercado nacional e incursionar en el mercado internacional con calidad, servicio y protección al medio ambiente.	Trabaja con los procedimientos de Calidad Total y las Normas ISO 9001:2000. Sellos de Calidad INEN.
NOVACERO S.A.	Producir y comercializar la más amplia gama de productos y soluciones de acero para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.	Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001:2004 ISO 9001:2008 certificados por SGC. Proyectos de Producción más Limpia P+L (Premio Green Point) Sellos de Calidad INEN.
CEDAL	Somos una empresa líder en la producción y comercialización de perfiles de aluminio para la industria de la construcción, que buscamos crecimiento y desarrollo para nuestros clientes, colaboradores y accionistas, enmarcados en el cumplimiento de las leyes, aportes a la comunidad y cuidado del medio ambiente.	ISO 9001:2008 sistema certificados por Bureau Veritas del Ecuador. Licencia Ambiental.
FISA	Diseñar, producir y comercializar extrusiones de aluminio, generando valor a nuestros clientes a través de innovación y excelencia en la calidad de nuestros productos y servicios.	No cuenta con certificaciones.

**Fuente:** Home Pages de: Adelca, Andec, Novacero, Cedal y Fisa.

Adelca, Gestión Integral, [http://www.adelca.com/sitio/esp/respsoc\\_gestion.php](http://www.adelca.com/sitio/esp/respsoc_gestion.php) (Jun 2012).

Andec, Gestión Ambiental en la Empresa, [http://www.andecsa.com/portal/page?\\_pageid=162](http://www.andecsa.com/portal/page?_pageid=162) (Jun 2012).

Novacero, Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental, <http://www.novacero.com/client/green.php> (Jun2012).

Cedal, QUIENES SOMOS, [http://cedal.com.ec/quienes\\_somos.php](http://cedal.com.ec/quienes_somos.php) (Jun 2012).

Fisa, QUIENES SOMOS <http://www.fisa.com.ec/pages/es/nosotros.html> (Jun 2012).

El gobierno ecuatoriano, en su afán de equilibrar la balanza comercial deficitaria en este sector, prohibió la exportación de desperdicios y desechos de aluminio, de cobre-estaño (bronce), y fijó cupos para la exportación, siempre y cuando se compruebe el debido abastecimiento a la industria local, así lo indica el Decreto Ejecutivo No. 1145 del 18 de junio del 2008, en donde con el objetivo de controlar el abastecimiento interno, se prohibió la exportación de chatarras. Posteriormente, tras presiones de los exportadores, se abrieron cupos para la regulación de la exportación, mismos que se irán reduciendo hasta el 2016. (MINPRO, 2011)

Las industrias recicladoras se oponen a esta medida, ya que aducen que las tres empresas fundidoras más grandes, fijen a su arbitrio, los precios de compra y las cantidades, adicionalmente indican que alrededor de 15.000 recolectores de desperdicios verán reducir drásticamente sus ingresos ya que los precios internacionales son mayores a los ofrecidos localmente.

## **1.2 ANÁLISIS DE LA EMPRESA CEDAL S.A.**

### **1.2.1 Reseña Histórica**

Corporación de Aluminio Ecuador CEDAL S.A. fue constituida en 1974, en Latacunga (Cotopaxi), la principal actividad es producir perfiles de aluminio mediante el proceso de extrusión. Los productos fabricados por esta se utilizan para la construcción habitacional y estructural, en el sector agrícola, automotriz y en la rama decorativa, entre otros. Desde 1979 exporta a Colombia a través de su compañía afiliada VITRAL, la cual cuenta con centros de distribución en las ciudades de Bogotá y Cali. (Cedal, 2009, p. 17)

En 1992 se constituye la Corporación Empresarial S.A. CORPESA, de la cual forma parte la Corporación de Aluminio Ecuador S.A. En el año 2006, CEDAL diversifica sus líneas de producto ofreciendo al mercado productos complementarios a la perfilería de aluminio, tales como vidrio plano, láminas de aluminio y sellantes para carpintería de aluminio. El mismo año, CEDAL inicia su proceso de diseño e innovación a través del desarrollo de nuevos productos.

En octubre de 2007 la empresa obtiene la certificación de calidad bajo la norma ISO 9001:2000; es la primera y única planta extrusora de aluminio en el Ecuador que está certificada. El Ministerio del Ambiente en junio del 2010, le otorgó la Licencia Ambiental No.235 para la planta industrial, actualmente se encuentra en proceso de la obtención de la certificación de seguridad industrial OHSAS 18001, así como la certificación de calidad ambiental ISO 14001 como complemento a la Licencia Ambiental.

La empresa actualmente es líder en el mercado nacional dentro de la industria de perfiles de aluminio, cuenta con 48 distribuidores exclusivos, en 33 ciudades del país y dos locales

propios en Guayaquil; es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción en el Ecuador.

## 1.2.2 Estructura de la Organización

### 1.2.2.1 Estructura de Corporación Ecuatoriana CORPESA S.A.

CEDAL S.A. es parte del grupo Corporación Empresarial S.A. (CORPESA), la cual es Holding y propietaria de: Cedal, Vitral, Estrusa y Colecsis.

**Figura 15: Empresas del Grupo Corpesa S.A.**

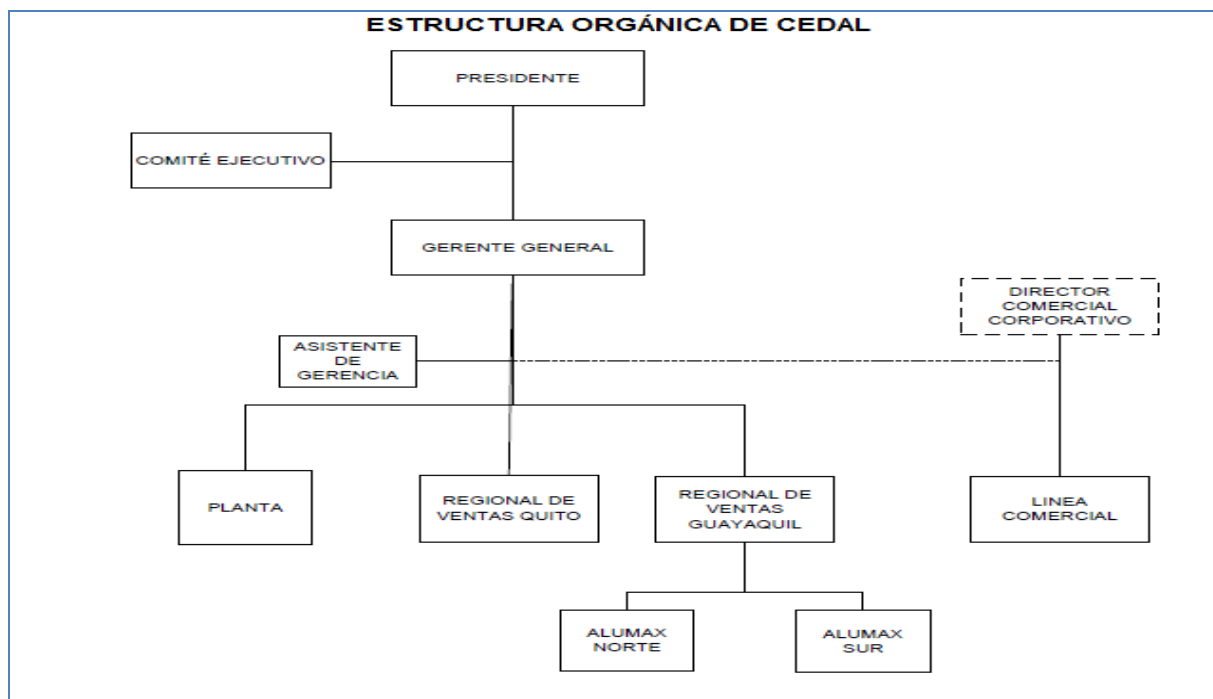


**Fuente:** Cedal, [http://cedal.com.ec/quienes\\_somos.php](http://cedal.com.ec/quienes_somos.php) (Jun 2012).

### 1.2.2.2 Estructura Organizacional de Cedal

La Empresa se rige de acuerdo al siguiente organigrama funcional.

Figura 16: Estructura Orgánica de Cedal S.A.



Fuente: Cedal: 2009, p. 17.

### 1.2.2.3 Organigrama de la Planta Industrial de Cedal

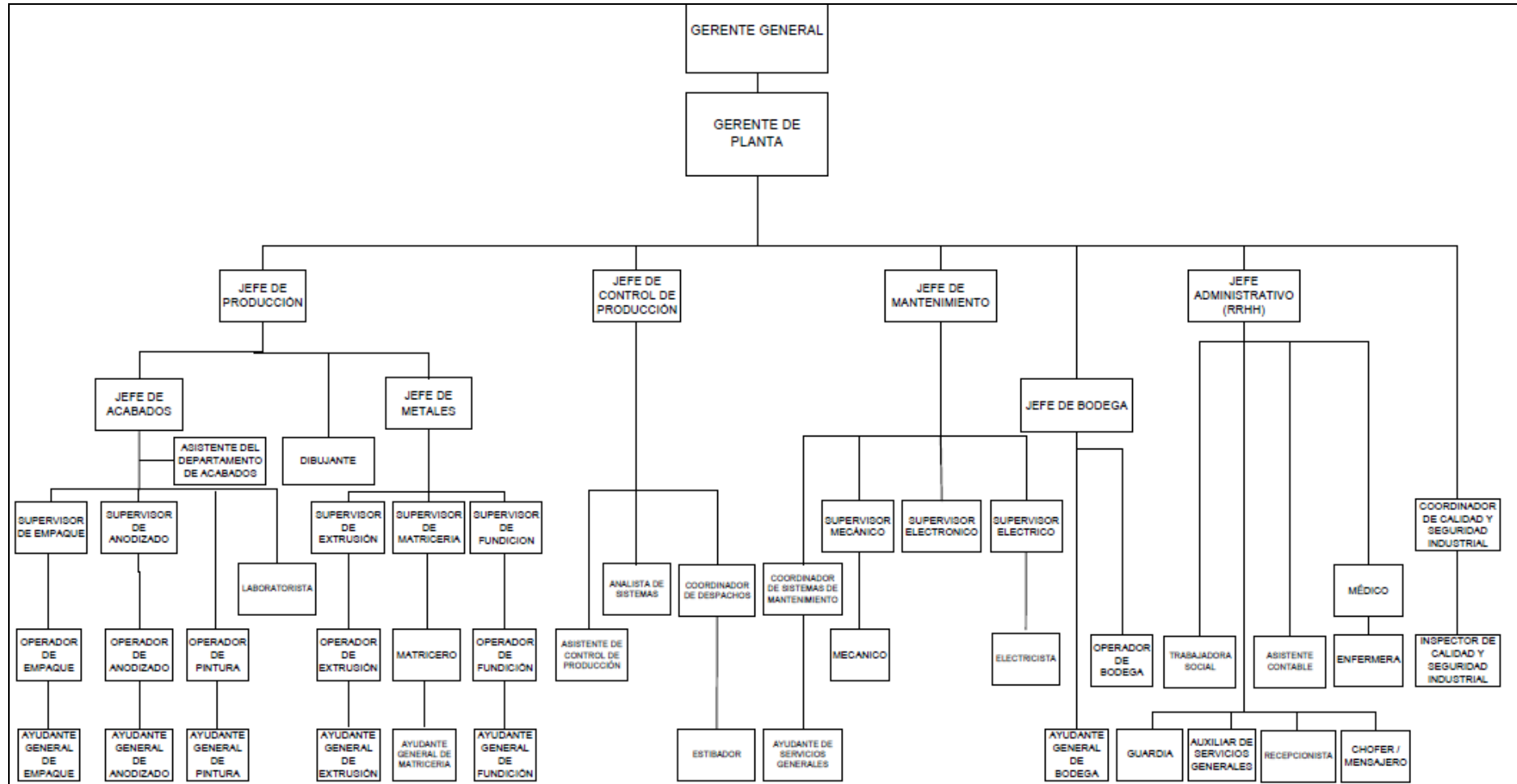
La planta industrial ubicada en la ciudad de Latacunga cuenta con procesos claramente identificados, su estructura cuenta con una Gerencia de Planta, que apoyada en Jefaturas Departamentales organiza el trabajo de 243 personas. A continuación se muestra la distribución del personal y el organigrama de la planta.

**Tabla 4: Empleados y trabajadores de la planta Industrial Cedal**

AREAS	No. De Personas	Porcentaje
Administracion Planta	24	10%
Anodizado	67	28%
Calidad y Seguridad	5	2%
Despachos	6	2%
Empaque	24	10%
Extrusion	44	18%
Fundicion	20	8%
Mantenimiento	24	10%
Matrickeria	11	5%
Pintura	12	5%
Planta de Tratamiento	6	2%
<b>TOTAL</b>	<b>243</b>	<b>100%</b>

Fuente: Cedal: 2009, p. 17.

Figura 17: Organigrama de la Planta Industrial Cedal.

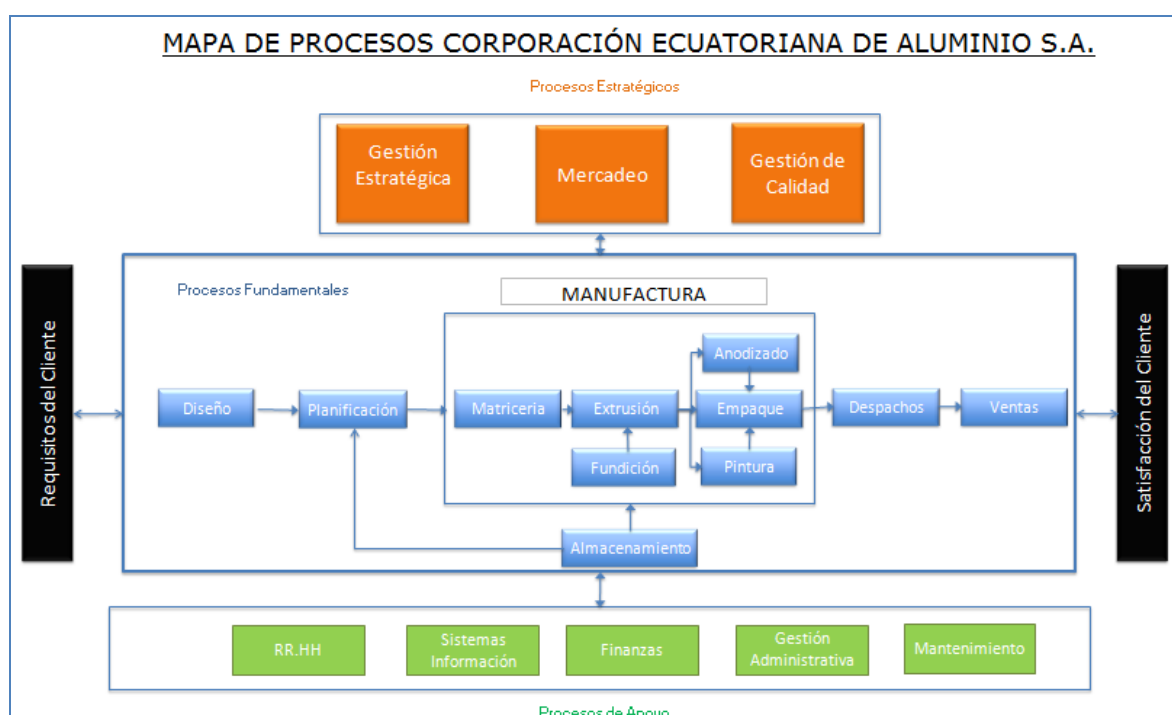


Fuente: Cedal, 2009, p. 17.

### 1.2.3 Mapa de Procesos de Cedal S.A.

Cedal ha identificado sus procesos y su interacción, estos han sido clasificados en procesos estratégicos, fundamentales y de apoyo. Los estratégicos están bajo la responsabilidad del Comité Ejecutivo, Presidencia y altos directivos, encargados de desarrollar las políticas y metas de la empresa, los fundamentales los ejecuta tanto el personal administrativo como el de planta, velando siempre por satisfacer las necesidades del cliente y de los accionistas. Los procesos de apoyo, excepto mantenimiento, los ejecuta el personal de Colecisis, empresa que centraliza las funciones de sistemas, finanzas, contabilidad, recursos humanos de todo el *holding*. Con respecto al proceso de mantenimiento en parte es ejecutado por personal de Cedal, pero también se contrata los servicios profesionales de proveedores calificados.

Figura 18: Mapa de Procesos de Cedal S.A.



Fuente: Cedal, Manual de la calidad MN-56-01 p 4. PRCC-01, procedimiento de control de calidad, p. 5.

### 1.2.4 El Proceso Productivo de Cedal S.A.

El proceso de producción de CEDAL para la elaboración de la perfilería de aluminio se realiza bajo las normas ISO 9001:2008, ASTM B-221(American Society for Testing

Materials), normas de la AEC (American Extrusión Council), INEN 2250:2000, INEN 1001. A continuación se resumen los principales procesos productivos de Cedal.

**Fundición** arrancó en el año 2006, Cedal decidió sustituir parte de la materia prima importada por productos hechos de aluminio reciclado, lo que no afecta a la calidad del producto pero disminuye considerablemente el costo; se cuenta con un horno que abastece en un 95% la demanda de la planta. Las entradas de este proceso son chatarras, aluminio puro y aleantes que mediante un adecuado control de la mezcla, garantizan la composición y las características de aleación mediante estrictos controles metalúrgicos para posteriormente ser utilizado en el proceso de extrusión, el producto resultante del proceso es un lingote de aluminio.

**Matricería** se encarga de preparar el herramental que conforma los perfiles de aluminio; CEDAL cuenta con más de 3.000 diseños diferentes, de los cuales muchos son de uso exclusivo de sus clientes. En el área de matricería se debe asegurar que el producto esté dentro de las tolerancias dimensionales establecidas, además una adecuada preparación de la matriz garantiza los niveles de productividad del proceso de extrusión.

**Extrusión** es un proceso de deformación plástica en caliente (480° - 550°C) en donde el lingote es forzado por compresión a través de la abertura de un molde (matriz), formando una pieza larga de sección recta constante denominada “perfil”, que adoptará la forma dada por la matriz. Cedal cuenta con dos prensas extrusoras automatizadas y repotenciadas para este fin.

**Anodizado** es un proceso electroquímico por el cual se forma sobre la superficie del perfil un recubrimiento de óxido de aluminio, el mismo que se le puede impartir varias tonalidades cromáticas (natural, bronce, dorado, etc.) empleando distintos parámetros de corriente, pH de las soluciones químicas, tiempo y sales minerales.

**Pintura Electroestática** es un proceso de acabado superficial que protege a los perfiles de aluminio con una capa de pintura en polvo depositada electro-estáticamente y que luego es fundida y curada en un horno. El proceso de pintura consiste en crear un campo electromagnético en donde cada partícula de pintura se carga negativamente y se adhieren a los perfiles con carga positiva, cubriendo la superficie de manera uniforme. El proceso

se completa al pasar el perfil por el horno de polimerizado donde se funden las partículas de pintura uniéndose unas con otras formando una sola película uniforme en espesor.

**Empaque** es el proceso en el que se coloca en fundas de polietileno los perfiles y tubos de aluminio con el objetivo de evitar que el producto tenga defectos como marcas y rayaduras ocasionadas por la fricción durante el transporte. Se ha establecido que cada clase de perfil tenga un método específico de empaque, mismo que es diseñado para facilitar su manipulación y transporte.

En el ANEXO 1 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO PRODUCTIVO se muestran las imágenes de los procesos antes descritos.

## **1.2.5 Productos de Cedal S.A.**

### **1.2.5.1 Líneas de Producto**

Los productos que comercializa la empresa pueden clasificarse en línea comercial y línea de aluminio:

**Línea Comercial** que contempla la venta de vidrio y accesorios para la construcción y decoración, sellantes de silicona, planchas de aluminio y tornillería para la instalación. Los productos se importan para su posterior comercialización, esta línea de productos representa el 17% de las ventas de la compañía y es el segmento que aporta con los mayores márgenes y que presenta mayor crecimiento en el último año.

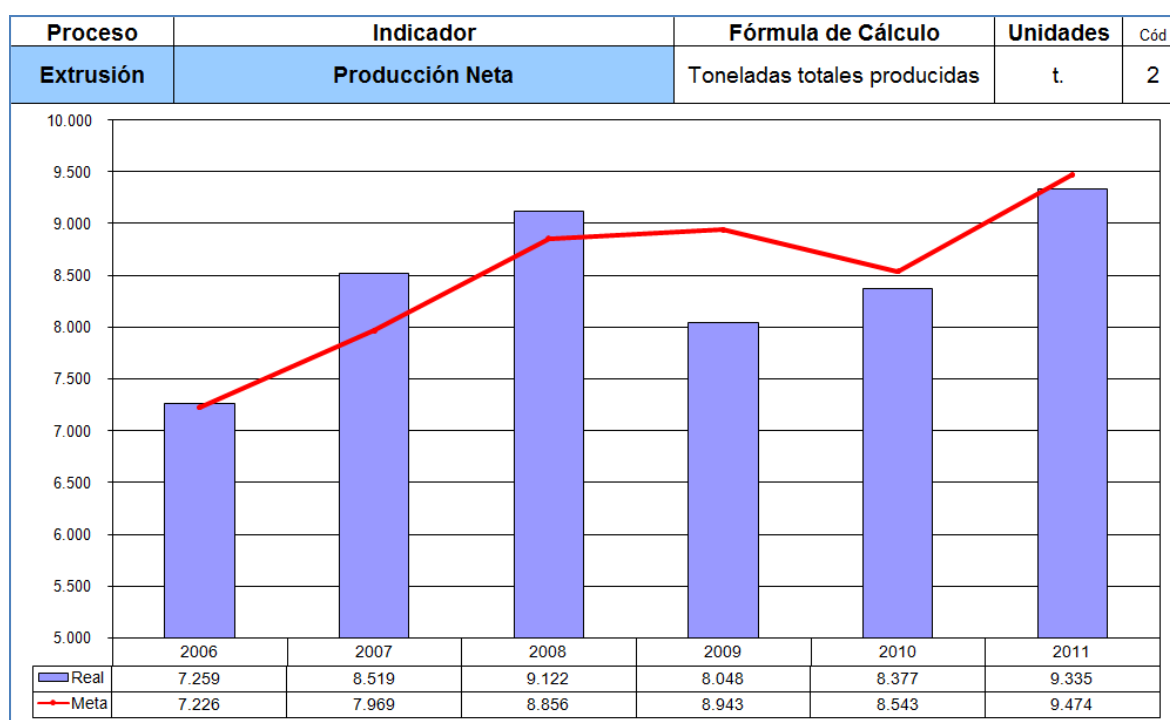
**Línea Aluminio**, esta se compone de perfilería y tubería de aluminio, tanto en aleaciones arquitectónica y estructural. Cedal ofrece una amplia variedad de sistemas de aluminio en diferentes acabados; al combinar cada matriz o forma de perfil con los diferentes colores y largos solicitados por sus clientes, se cuenta con más de seis mil artículos activos que en su mayoría forman sistemas de construcción. Son las empresas de carpintería de aluminio, quienes arman los diferentes tipos de estructuras como puertas, ventanas, pasamanos, mamparas, carrocerías, piel de vidrio, cortinas de baño, entre otras; en el ANEXO 2 PRODUCTOS CEDAL se muestran ejemplos de algunos productos y sistemas ensamblados.

## 1.2.6 Estadísticas Generales de Cedal S.A.

### 1.2.6.1 Datos de Producción

La compañía estima que deja de atender al 20% de la demanda debido a que los niveles de producción actuales en la planta de Latacunga se encuentran al límite de su capacidad instalada por lo que CEDAL invierte constantemente en tecnología e innovación para ampliar su capacidad y atender el mercado. Se puede observar un crecimiento en la producción desde el 2006; sin embargo la desaceleración de la economía del 2009 y 2010 influenciado por la crisis mundial afectó al sector de la construcción en Ecuador y Colombia. El 2011 fue el año de mayor dinamismo para el sector de la construcción, lo cual fue aprovechado por CEDAL para incrementar sus ventas.

Figura 19: Producción Cedal S.A.



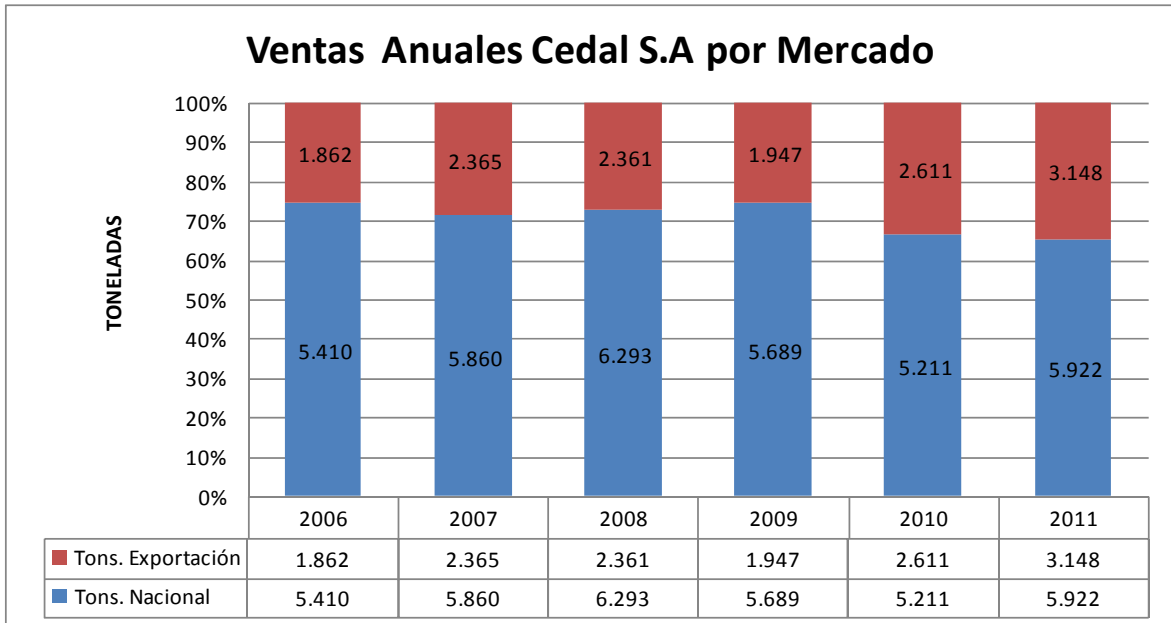
Fuente: Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

### 1.2.6.2 Datos de Ventas

El 82.55% de las ventas de CEDAL se origina de la distribución de perfiles de aluminio, colocados principalmente en el mercado nacional (62.25%). El 20.3% de las ventas se exporta, en su totalidad al mercado colombiano a través de la compañía relacionada

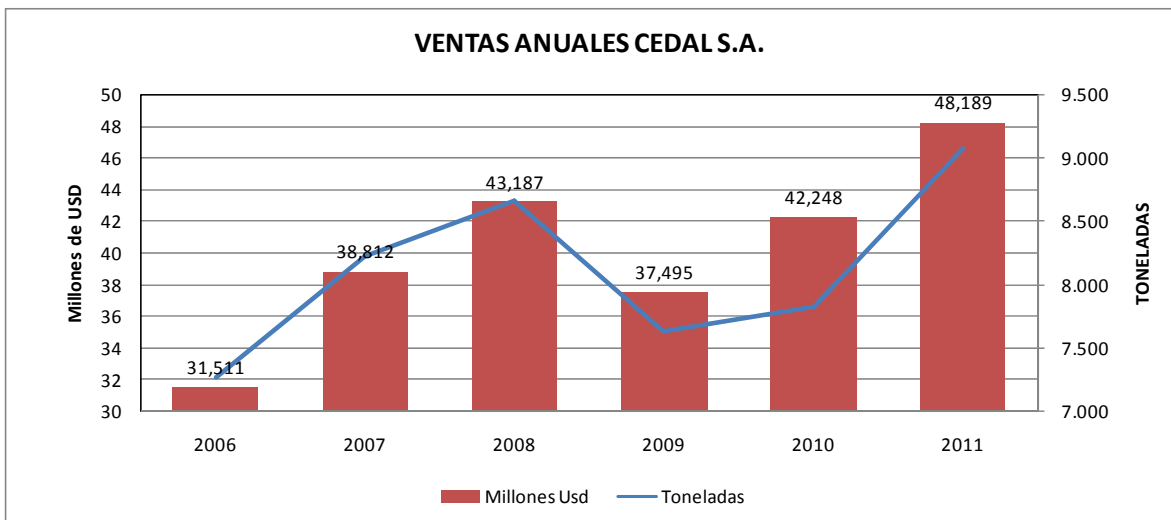
VITRAL que posee centros de distribución en las ciudades de Bogotá y Cali. A partir del año 2006, CEDAL diversificó sus líneas de negocio ofreciendo al mercado productos complementarios a la perfilería de aluminio, que representan actualmente el 17.37% de las ventas totales, siendo los de mayor impulso el vidrio y la línea de decoración arquitectónica.

**Figura 20: Ventas anuales por destino**



**Fuente:** Bank Watch Rating S.A, Calificación de Riesgo de Cedal, Marzo 2011, pág. 6 y ss.

**Figura 21: Ventas anuales Cedal. Millones de USD vs. Toneladas**



**Fuente:** Bank Watch Rating S.A, Calificación de Riesgo de Cedal, Marzo 2011, pág. 6 y ss.

Para poder responder la demanda creciente, la compañía decidió aumentar sus volúmenes de inventario a fin de prevenir futuros desabastecimientos de producto terminado y principalmente para aprovechar la reducción del precio del aluminio en el mercado internacional, lo cual ayudó a proteger el margen pero generó un alto requerimiento de capital de trabajo, razón por la cual ha tenido la necesidad de financiar mediante deuda bancaria.

## **2 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CEDAL S.A.**

En el presente capítulo se analiza técnicamente el proceso de planificación de producción, para posteriormente identificar oportunidades de mejora orientadas hacia incrementar el uso de activos, elevar los niveles de servicio al cliente y administrar la información de los inventarios a lo largo de la cadena de suministro. Si bien la trayectoria de Cedal muestra un crecimiento en volumen, la participación en el mercado se venido a menos por tres años consecutivos, situación que representa una amenaza para la compañía.

### **2.1 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN**

#### **2.1.1 Premisas de la Programación de Planta**

Cedal, cuenta con alrededor de 3,000 tipos de matrices para la extrusión de tubos y perfiles, mismos que al ser solicitados en diferentes acabados y largos, se convierten en más de seis mil productos; esta amplia variedad de artículos debe conjugarse con las aplicaciones en sistemas de construcción, lo que hace que la planificación de producción y administración de inventarios sea una tarea delicada, en la que se requiere del uso de herramientas informáticas de administración de datos.

La empresa cuenta como herramienta de planificación y control de producción el software “Sistema Integrado de Planta” *SIP*, desarrollado exclusivamente para las operaciones de Cedal por el departamento de sistemas de Colecsis. El *SIP* fue diseñado y aplicado desde 1996, y ha sido modificado, corregido y mejorado continuamente según los requerimientos presentados. El responsable de realizar la programación de producción es el Jefe de Control de Producción, quien tiene entre sus principales objetivos:

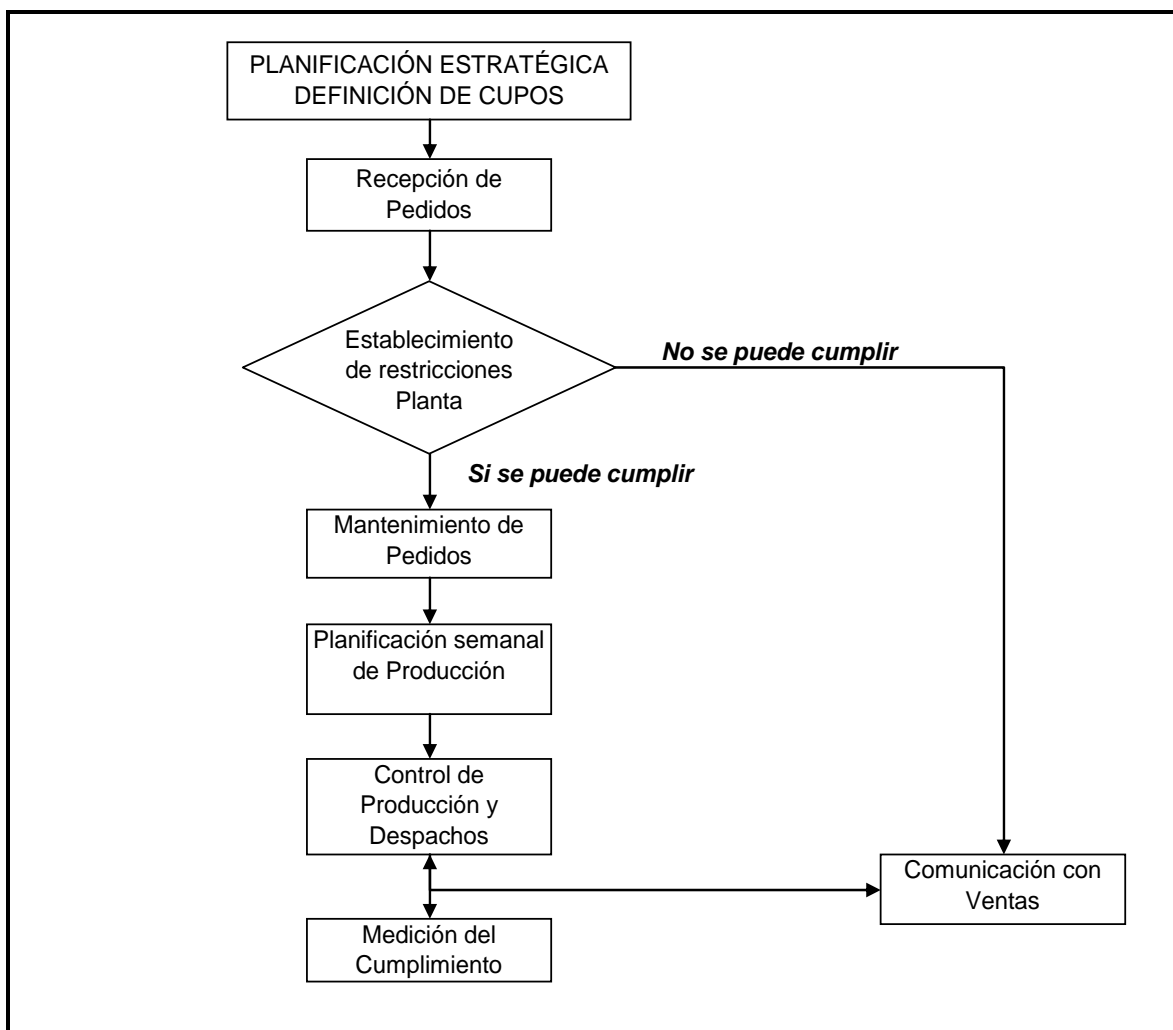
- Cumplir con las metas y cupos de despachos establecidos por la organización.

- Notificar a cada centro de ventas la factibilidad de producción de los pedidos.
  - Realizar la programación de la producción de forma diaria, semanal y mensual.
  - Emitir órdenes de producción para los procesos de anodizado y pintura.
- Controlar los inventarios de materia prima, producto en proceso y terminado.
- Administrar despachos de productos terminados.
  - Recibir y evaluar los reportes de producción.
  - Mantener registros al día de todas las órdenes programadas y en proceso.

### 2.1.2 Descripción del Proceso de Programación de Producción

La planificación de la producción se realiza en base a objetivos estratégicos anuales, su ejecución es semanal y obedece proceso representado en el siguiente diagrama de flujo:

**Figura 22: Diagrama del Proceso de Planificación de Producción de Cedal S.A**



**Fuente:** Cedal, Procedimiento de Control de Producción V05, Enero 2011.

### 2.1.2.1 Planificación Estratégica de Cupos

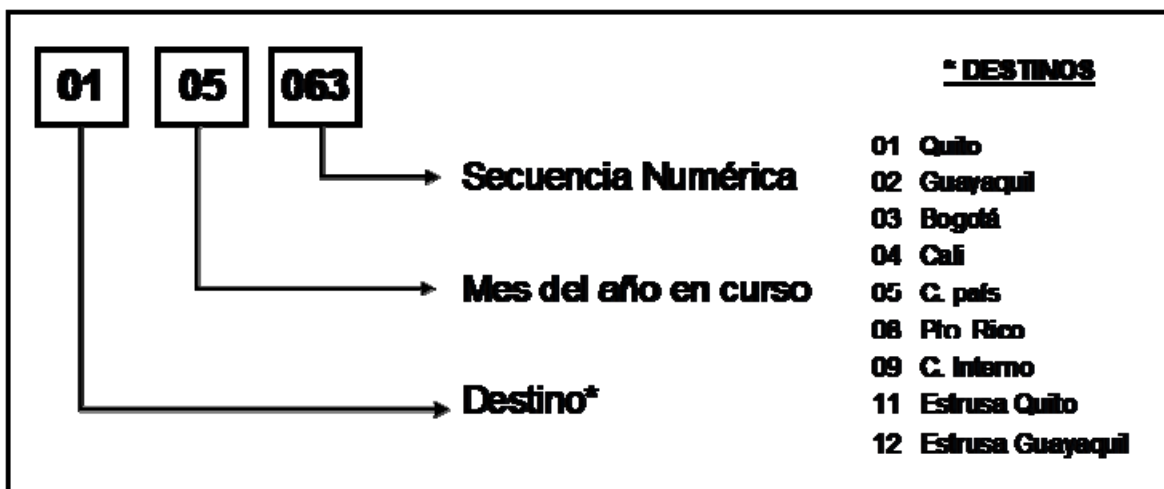
Anualmente el Jefe de Control de Producción elabora el presupuesto de despachos de acuerdo a la información entregada por el área de presupuestos; en el plan se establecen los cupos de producción y despacho semanales para cada centro de venta. La planificación anual y el establecimiento de cupos se realizan en función de los objetivos de la planificación estratégica que elabora la alta dirección de la empresa; cualquier cambio en la asignación de cupos debe ser notificado a la Gerencia de Planta y Gerencia General para su respectiva aprobación.

### 2.1.2.2 Recepción de Pedidos

Los pedidos son enviados por los centros de ventas como “Orden de pedido en firme”, estos se reciben semanalmente por el departamento de control de producción. La programación de producción se la realiza semanalmente y para que un pedido entre en la programación debe ser enviado al departamento de control de producción máximo hasta el día viernes 10:00 de la semana anterior a la elaboración del plan, pedidos posteriores deberán esperar hasta la semana subsiguiente.

Las órdenes de producción son grabadas en el sistema *SIP* y obedecen la siguiente codificación:

Figura 23: Codificación de Ordenes Producción de Cedal S.A



Fuente: Cedal, Procedimiento de Control de Producción V05, Enero 2011.

### 2.1.2.3 Establecimiento de Restricciones Planta

Una vez recibidos los pedidos, semanalmente se debe considerar restricciones de capacidad y disponibilidad en planta, de tal forma que se alcance las metas de ventas, despachos y producción. Las restricciones a considerarse en la planificación son:

**Mix de producción.-** La capacidad de la planta se encuentra balanceada con la siguiente participación: anodizado (80%), pintura (15%) y perfiles sin acabado (5%).

**Restricciones de Insumos.-** el departamento de control de producción debe tomar en cuenta las condiciones cambiantes de abastecimiento para la planificación, e informar al departamento de compras y a los centros de ventas estas restricciones.

### 2.1.2.4 Mantenimiento de Pedidos

La jefatura de control de producción semanalmente revisará la antigüedad de los saldos órdenes de producción colocadas por ventas. Las órdenes que tengan un tiempo mayor a sesenta días podrán ser: **eliminadas** previa autorización del Gerente Regional del Centro de Ventas que colocó el pedido; o **actualizadas** en una nueva orden siempre y cuando el centro de ventas aún requiera el material; como resultado se genera un documento con el control de los cambios.

### 2.1.2.5 Planificación semanal de Producción

El responsable de control de producción programa la producción y los despachos de manera semanal de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Antigüedad de los pedidos:** se debe programar siguiendo el orden numérico cronológico de los pedidos en firme recibidos.
- **Productividad por matriz:** uno de los objetivos de la programación es alcanzar la máxima productividad; esta se mide en kilogramos por hora.

- **Kilos por corrida:** la programación debe maximizar los kilos por cada corrida.<sup>3</sup>
- **Prioridades de los centros de venta:** La programación tomará en cuenta las prioridades emitidas por las respectivas gerencias.

La planificación será revisada por el equipo de producción (Gerente de Planta y Jefaturas) los días lunes de cada semana, observando que sea adecuada para alcanzar los objetivos de la organización, asegurándose además de que sea comprendida y difundida en todos los niveles de responsabilidad.

#### **2.1.2.6 Comunicación con Ventas**

El cumplimiento del plan de producción, así como todas las observaciones que se generen con respecto a las restricciones de planta y que afecten al cumplimiento de los compromisos con los clientes, deben ser informados oportunamente al área comercial. Control de Producción y las Gerencias de Ventas mantiene un canal bidireccional abierto de comunicación, en el que se tratan temas como modificación de pedidos, prioridades, restricciones de insumos, tiempos de entrega, entre otros.

#### **2.1.2.7 Medición del Cumplimiento**

La gestión de planificación es evaluada semanal y mensualmente en función del cumplimiento del presupuesto de producción y despachos, los niveles de cumplimiento son difundidos a todos los involucrados y deberán ser justificados oportunamente en el caso de no poder cumplir las metas planteadas.

### **2.2 ANÁLISIS DEL MERCADO LOCAL Y DE EXPORTACIÓN DE CEDAL S.A.**

Debido a la creciente demanda y a la limitada capacidad de producción, la dirección establece estrictos cupos de producción, despachos y venta para cada uno de los centros de distribución. Esta medida, de cierto modo, pretende equilibrar y direccionar el crecimiento de cada región. Los cupos asignados se muestran en la tabla adjunta.

---

<sup>3</sup> Kilos por corrida: Factor que indica la cantidad de kilos netos resultantes de la producción de una matriz en prensa.

**Tabla 5: Cupos anuales de despacho por Centro de Venta**

DESTINO /AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011
BOGOTÁ	1.460	1.722	2.051	2.100	1.737	2.100
CALI	626	738	879	900	745	900
EXPORTACIONES	2.086	2.460	2.929	3.000	2.482	3.000
QUITO	2.366	2.480	2.721	2.562	2.753	2.698
GUAYAQUIL	2.891	3.031	3.325	3.131	3.365	3.298
<b>TOTAL LOCAL</b>	<b>5.257</b>	<b>5.511</b>	<b>6.046</b>	<b>5.692</b>	<b>6.118</b>	<b>5.996</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>7.343</b>	<b>7.971</b>	<b>8.976</b>	<b>8.692</b>	<b>8.600</b>	<b>8.996</b>

Fuente: Cedral, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

## 2.2.1 Organización del Mercado Local

Debido a su ubicación geográfica, conocimiento del mercado y afinidad cultural, la cobertura en el territorio ecuatoriano ha debido repartirse entre los dos centros de distribución primarios, uno en la ciudad de Quito y otro en las nuevas instalaciones de Durán. Cabe señalar que Cedral decidió en el 2010 trasladar el centro logístico de Guayaquil a las instalaciones de Durán, y está haciendo una nueva inversión en adecuaciones y activos fijos, este centro de distribución, abastece a 33 puntos de venta en trece provincias.

**Tabla 6: Puntos de Venta atendidos por el Centro Logístico Durán**

REGIÓN	PROVINCIA	PUNTOS DE VENTA
COSTA	EL ORO	5
	ESMERALDAS	3
	GUAYAS	8
	LOS RÍOS	2
	MANABÍ	2
	SANTA ELENA	1
SIERRA ORIENTE	AZUAY	4
	BOLÍVAR	1
	CAÑAR	2
	LOJA	1
	SANTO DOMINGO	2
	ZAMORA CHINCHIPE	1
INSULAR	GALÁPAGOS	1
No. De Provincias	13	33

Fuente: Cedral, Red de Distribuidores, [http://cedal.com.ec/distribuidores\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/distribuidores_cedal.php) (Jun2012).

Por otra parte, desde el Centro de Distribución Quito, se abastece a 29 puntos de venta en 10 provincias.

**Tabla 7: Puntos de Venta atendidos por el Centro Logístico Quito**

REGIÓN	PROVINCIA	PUNTOS DE VENTA
SIERRA	CARCHI	1
	CHIMBORAZO	2
	COTOPAXI	1
	IMBABURA	3
	PICHINCHA	14
	TUNGURAHUA	4
ORIENTE	MORONA SANTIAGO	1
	NAPO	1
	PASTAZA	1
	SUCUMBÍOS	1
<b>No. De Provincias</b>	<b>10</b>	<b>29</b>

**Fuente:** Cedal, Red de Distribuidores, [http://cedal.com.ec/distribuidores\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/distribuidores_cedal.php) (Jun2012).

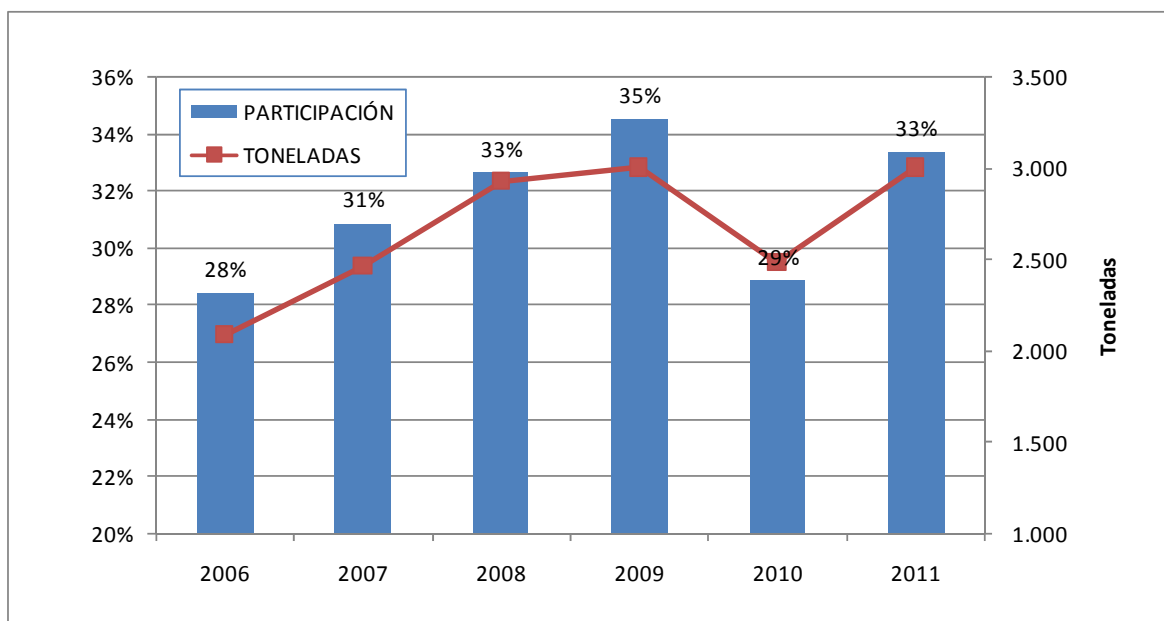
En total Cedal cuenta con 62 puntos de venta autorizados en 23 de las 24 provincias y al igual que otras empresas del sector, mantiene una política de administración de distribuidores autorizados, en donde a más de exigir una imagen corporativa, se premia los volúmenes de compra y el pago puntual con descuentos y cursos de actualización. Adicionalmente la empresa maneja con éxito una campaña de fidelidad hacia el cliente final (constructor, ventanero), quien con cada compra acumula puntos en su tarjeta “Premia Cedal” canjeables con herramientas y electrodomésticos; de esta manera Cedal se beneficia con la fidelidad de su cliente y la información detallada de las Ventas que permite enfocar sus campañas de mercadeo.

### 2.2.2 Organización del Mercado de Exportación

Cedal, desde hace más de tres décadas exporta, sus productos han llegado a Perú, Alemania, Puerto Rico, pero su principal destino ha sido el mercado colombiano, en donde llega mediante su filial VITRAL, la misma que mantiene una participación en el mercado colombiano de aproximadamente el diez por ciento, cuenta con bodegas y oficinas propias en Bogotá y Cali y representaciones en los canales de distribución de las principales ciudades de Colombia.

Al analizar las cifras de exportación, se observa una tendencia en los últimos años de incrementar la participación dentro de las ventas totales de CEDAL. Excepto en el 2010, en donde la estrategia de la empresa fue recuperar el mercado local desabastecido.

**Figura 24: Cupo para el Mercado de Exportación (Porcentaje vs. Toneladas)**



**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

En el mercado colombiano, el sector de la construcción creció en 5.7% en el 2011, impulsado por el crecimiento económico, el descenso de las tasas de interés y la inversión pública en obra civil y edificación residencial. Las perspectivas de crecimiento son positivas en el mediano plazo; se prevé que a partir del año 2013 con la firma del tratado de libre comercio aumentará la demanda por edificaciones de uso no residencial. (DANE COLOMBIA, 2011)

La planta Industrial Cedal, debe brindar prioridad en sus procesos de planificación de producción, fabricación y despacho al mercado de exportación, debido a que tanto el cumplimiento como la facturación, es un compromiso entre las dos empresas; Vitral basa sus ventas en la calidad, entrega oportuna del producto en un mercado altamente competitivo. Las principales directrices que toman en cuenta en el proceso de planificación de la producción para Vitral son:

**Recepción de Pedidos:** el Coordinador Logístico de Vitral, coloca con un mes de anticipación, los pedidos correspondientes a su demanda, de esta manera asegura que su

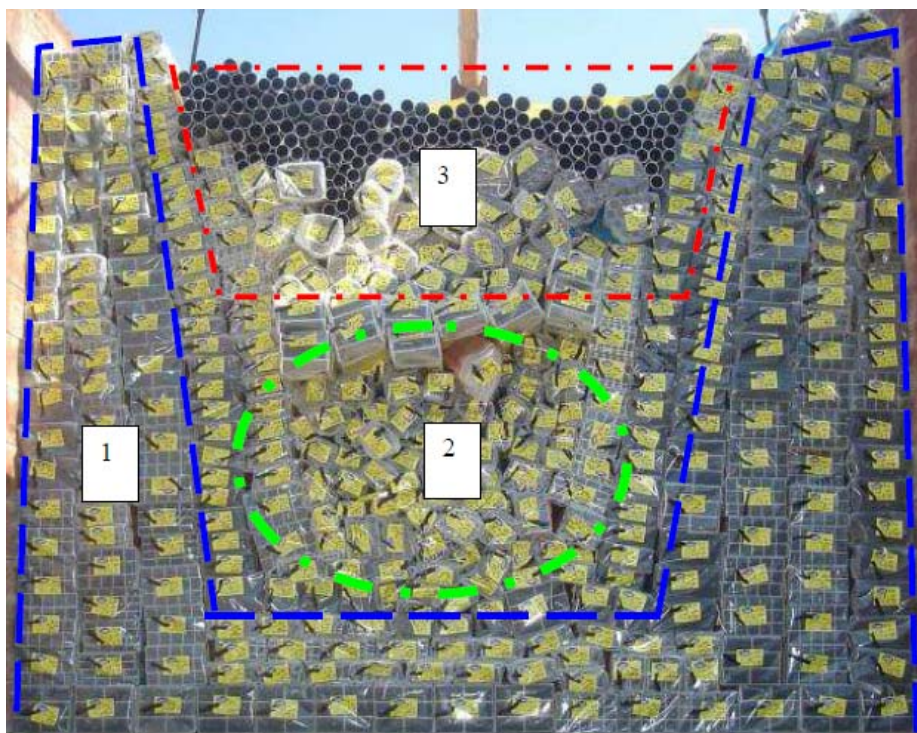
cupo sea respetado y sus requerimientos serán atendidos dentro del tiempo establecido. Un pedido debe ser equivalente a 28 toneladas, ya que la carga de un contenedor de 40 pies se completa con la cantidad mencionada.

**Diferenciación del Producto:** los tubos y perfiles con destino de exportación tienen seis metros de longitud, medida estándar a nivel mundial, ya que de esta manera se aprovechan los doce metros de longitud que tienen los contenedores. Esta característica marca una diferencia, ya que Cedal comercializa sus productos para el mercado local en un largo de 6.4 metros. Tanto el producto de exportación como el local son fabricados bajo el mismo proceso; únicamente en el área de empaque son diferenciados por el modelo del polietileno y adicionalmente el producto de Vitral se embala con protección adicional para evitar posibles rayaduras y defectos por el transporte.

**Almacenamiento y despacho:** El producto de exportación, se lo ubica en una zona específica de la bodega de producto terminado, de esta manera no se mezcla con el material del mercado local y se agiliza su identificación para el posterior despacho. El Coordinador de Bodega, un día antes del despacho y en base al listado del pedido, señala con un marcador las etiquetas de los bultos a ser cargados, el personal de estiba carga el contenedor con el material previamente marcado, ubicando cada tipo de producto en las respectivas zonas del contenedor, siguiendo el método establecido para evitar que el material sufra daños; la carga de un contenedor normalmente demora ocho horas, por lo que debe empezarse en horas de la madrugada.

El siguiente gráfico muestra las zonas definidas en el proceso de carga para cada tipo de perfilería. La tubería cuadrada, de mayor peso y rigidez se ubica en la **zona 1**, debe formar un marco para proteger el resto de la perfilería; la perfilería de poco volumen pero mayor peso (junquillos) es ubicada en la **zona 2**, finalmente la perfilería de volumen y peso medio protegen al junquillo, esta se ubica en la **zona 3**.

Figura 25: Criterios y Zonas de Carga



**Fuente:** Cedal, Manual de Calidad, Procedimiento de Despachos PR- DP -01, p. 5.

El Coordinador de Bodega digita los artículos y cantidades cargadas en el contenedor en el módulo de despachos del Sistema Integrado de Planta “SIP”, genera la nota de entrega y los pedidos se saldan; normalmente un contenedor se llena con 900 paquetes de 30 kilos cada uno y la nota de embarque tiene en promedio 200 productos diferentes. El tiempo de entrega que la organización ha establecido desde la colocación del pedido de exportación, hasta el despacho del mismo es de cuatro semanas, tiempo desde el cual se empiezan a contabilizar los días de retraso. Una vez que el contenedor salió de la planta se tiene un tiempo promedio de ocho días adicionales para que el contenedor llegue a Bogotá y de cinco días para llegar a Cali.

### 2.3 ANÁLISIS DE PEDIDOS

Los gerentes regionales de cada centro de ventas, basados en los pedidos en firme de los distribuidores, los cupos establecidos para cada semana, los niveles de inventario de sus bodegas, y su experiencia en función a la estacionalidad de las ventas, colocan semanalmente sus pedidos. Estos son digitados e ingresados al sistema de pedidos, para posteriormente ser subidos al sistema SIP; se manejan dos bases de datos independientes, una de pedidos, ventas y facturación y otra para la planificación y control de la producción.

El tiempo de entrega que la organización ha establecido desde la colocación del pedido de mercado local, hasta el despacho del mismo es de tres semanas, tiempo desde el cual se empiezan a contabilizar los días de retraso. Una vez que el camión de transporte sale de la planta se tiene un tiempo promedio de un día adicional para llegar al centro de ventas de Quito y dos días para el centro de ventas de Guayaquil.

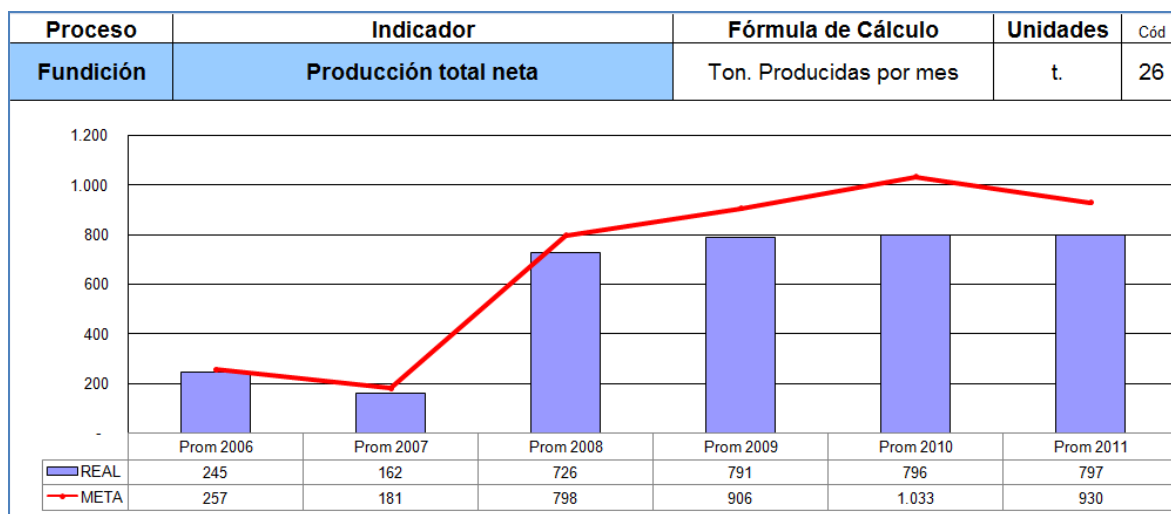
Al haber productos similares solicitados en diferentes pedidos de venta, el Sistema Integrado de Planta *SIP* automáticamente reserva el stock hacia la orden de mayor antigüedad, de esta manera se garantiza que se siga una secuencia lógica en las ventas. El Jefe de Control de Producción, al realizar el plan de producción, consolida todos los pedidos recibidos, selecciona los más antiguos y genera un plan semanal de producción que se alinee con las restricciones de planta. Toda la producción se realiza con pedidos “en firme” colocados por los diferentes centros de distribución.

#### **2.4 CAPACIDADES DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CEDAL S.A.**

La planta industrial Cedal cuenta con procesos claramente identificados, todas las operaciones están orientadas a lograr un balance entre las áreas productivas de tal manera que no se ocasionen acumulaciones no deseadas de producción en proceso y el material fluya, facilitando el control, el orden y la seguridad.

**Producción de Fundición:** CEDAL para soportar la volatilidad de los precios de la materia prima, realizó una importante inversión en el proceso de fundición de chatarra, lo cual ha permitido reducir los costos de producción y proteger los márgenes. La planta de fundición tiene una capacidad mensual de 796 toneladas, mismas que abastecen en un 80% los requerimientos de extrusión. La empresa importa el 20% restante de Venezuela, Argentina y Dubái. El desempeño de este proceso depende del adecuado abastecimiento de chatarras y aluminio primario. Actualmente la entrega de lingotes para extrusión no representa un cuello de Botella.

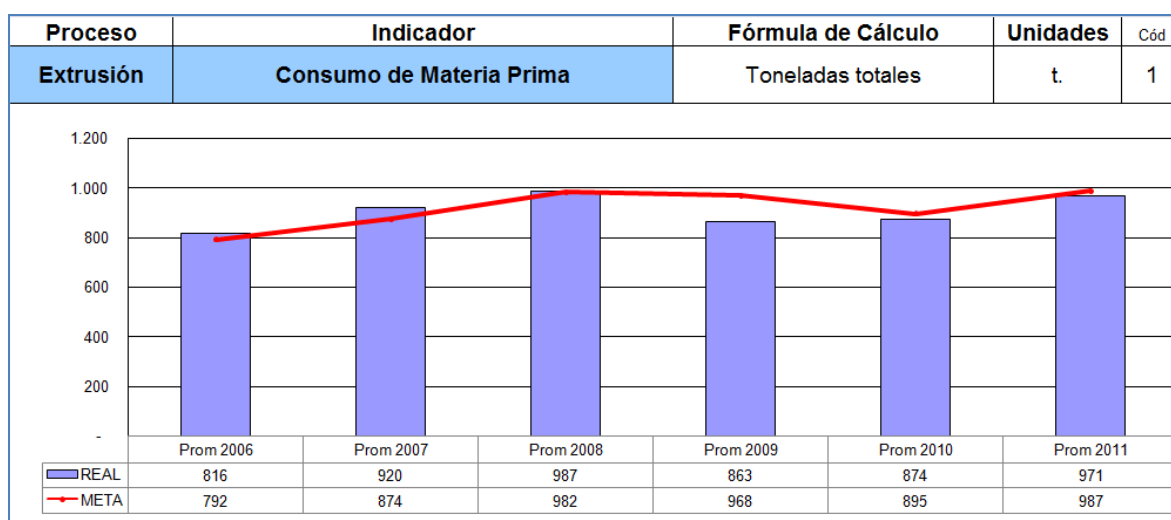
Figura 26: Producción Promedio Anual de Fundición



Fuente: Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

**Consumo de Extrusión:** La empresa cuenta en sus instalaciones industriales con dos prensas de extrusión, las mismas que conjuntamente con sus equipos auxiliares y de manejo fueron repotenciadas y automatizadas con tecnología de punta. El proceso de extrusión de la planta industrial durante el 2011 consumió en promedio 971 toneladas mensuales; de estas un 87 % son transformadas en tubos y perfiles, el 13 % restante corresponde a chatarra propia del proceso, misma que se vuelve a fundir.

Figura 27: Consumo de Materia Prima Promedio Anual de Extrusión

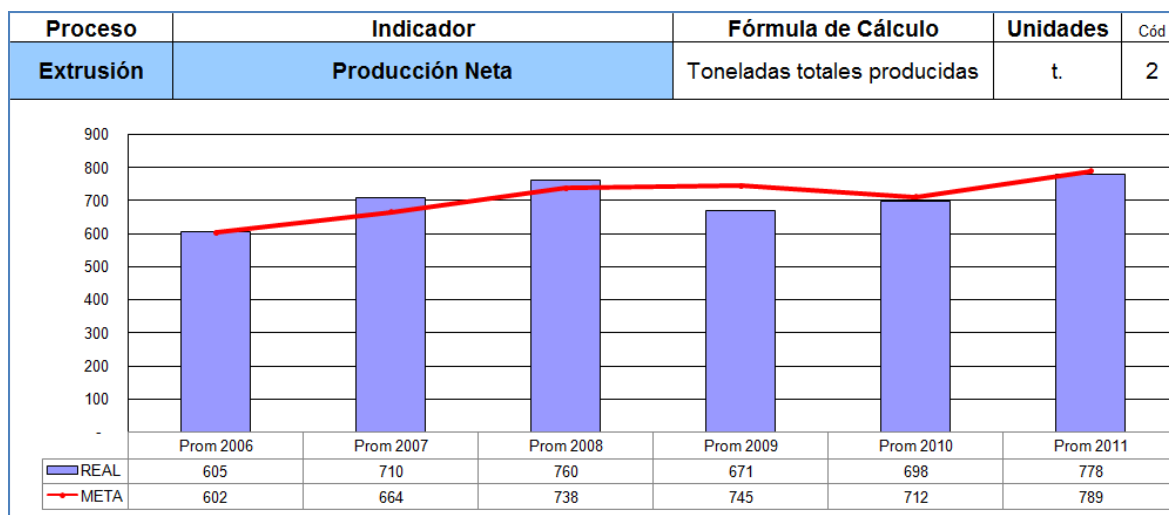


Fuente: Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

**Producción de Extrusión:** Durante el 2011 las prensas entregaron 971 toneladas promedio; estas se reparten o adjudican hacia los procesos en donde se da el acabado

superficial. La empresa cuenta con equipos que monitorean en tiempo real el rendimiento de las prensas.

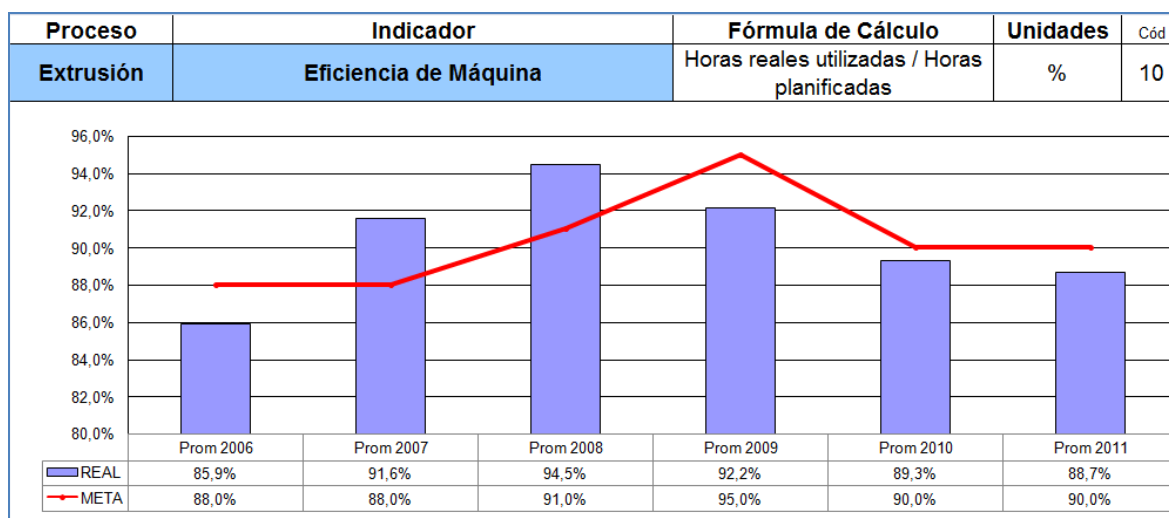
**Figura 28: Producción Promedio Anual de Extrusión**



**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011

**Utilización de Extrusión:** Se considera la utilización como indicador del tiempo en el cual la máquina está trabajando comparado contra el tiempo disponible o planificado, durante el 2011 se alcanzó apenas un 87% de utilización, no obstante las paradas corresponden a paradas programados en su mayoría, debido a que la capacidad actual supera el de las líneas de acabados. Resumiendo, la planta industrial pudo haber entregado al menos un 5% adicional de material, de haber contado con una mejor respuesta en los procesos de acabado superficial.

**Figura 29: Eficiencia de Máquinas en el Proceso de Extrusión**

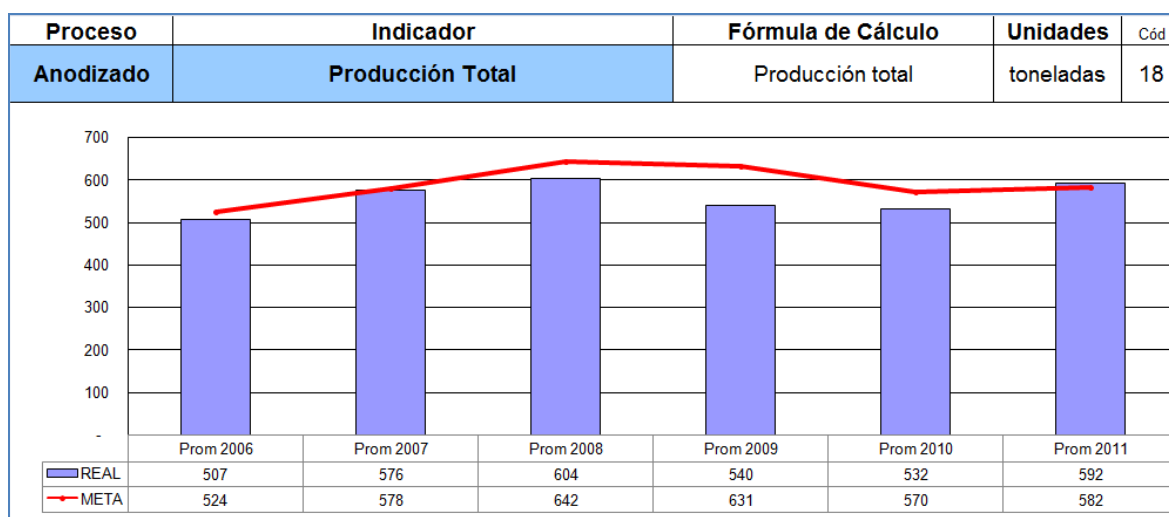


**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

**Producción de Anodizado:** La demanda de perfilería anodizada se estima en 80% de la demanda total de la empresa; sin embargo durante el 2011, apenas se alcanzo a anodizar un 76%. Dejando una demanda insatisfecha de al menos 4%. Este proceso es crítico en toda la organización, es el más costoso debido al uso de químicos importados y consumo de energía eléctrica.

La producción promedio mensual es de 592 toneladas, aproximadamente 23.5 toneladas diarias. En esta área se encuentra la mayor cantidad de material en proceso, mismo que fluctúa entre las 30 y 40 toneladas por anodizar; cabe señalar que cuando se supera las 40 toneladas, el proceso de extrusión se ve obligado a parar debido al congestionamiento, desorden e inseguridad que genera la acumulación de material, por lo tanto es un cuello de botella.

**Figura 30: Producción Promedio Anual de Anodizado**



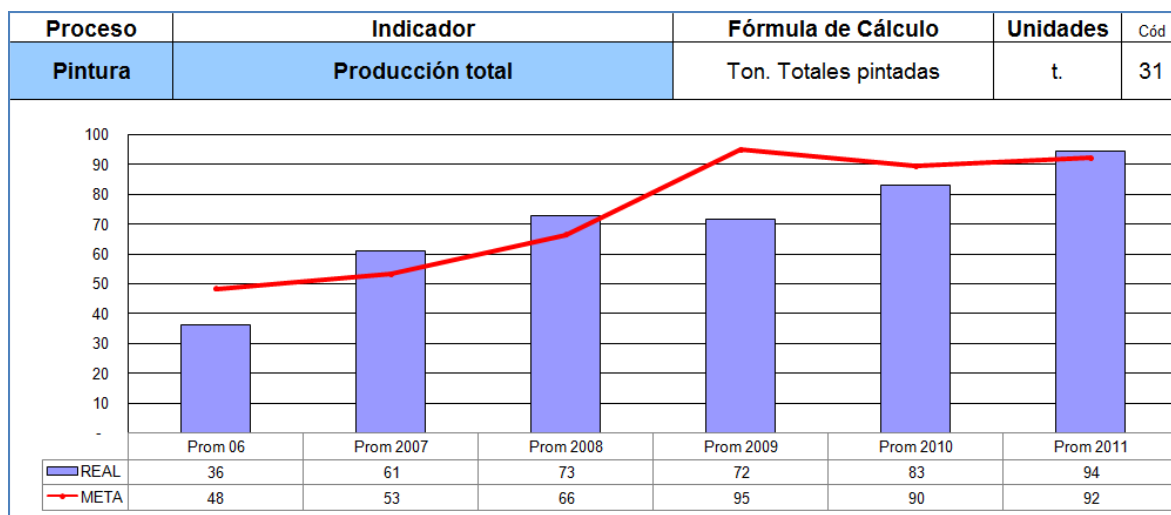
**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

**Producción Pintura:** El proceso de pintura de Cedal, durante el 2011 alcanzó una producción promedio mensual de 94 toneladas (3,73 toneladas diarias), cifra que comparada contra las 36 toneladas del 2006, representa un crecimiento del 260%. La planta de pintura trabaja tres turnos durante los siete días de la semana, eventualmente realiza paros programados por mantenimiento.

La tendencia mundial indica un mayor consumo de perfilería pintada, debido a que se tiene variedad de colores y un acabado completamente homogéneo, a diferencia del anodizado, en donde una de las principales causa de rechazo es la diferencia de tonalidad. Los niveles

de producto en proceso para esta área fluctúan en 30 toneladas, equivalentes a una semana de producción, por lo tanto este proceso también se considera como cuello de botella.

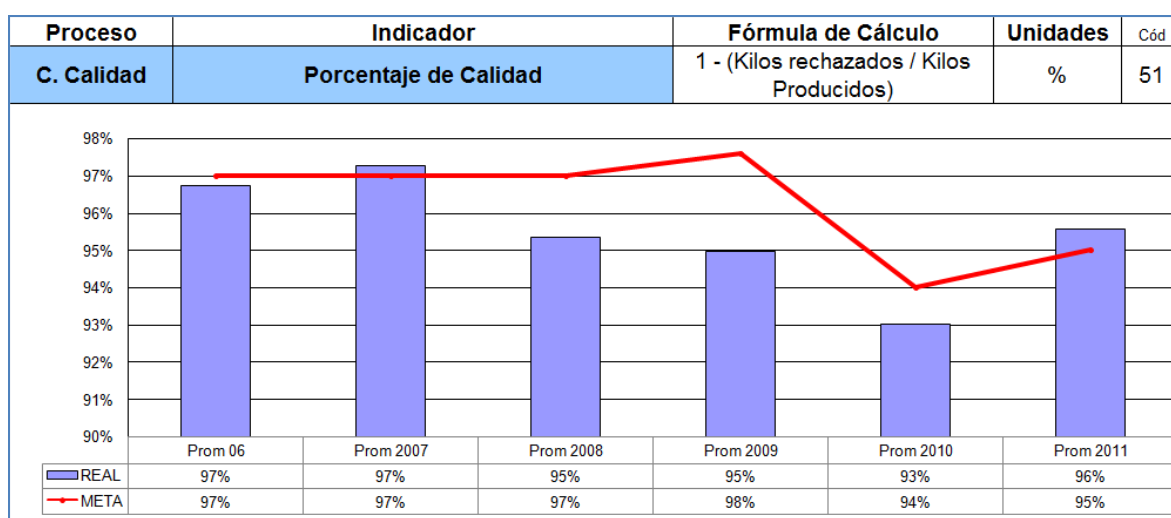
**Figura 31: Producción Promedio Anual de Pintura**



**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

**Calidad:** Cedal se apoya en un sistema de gestión y aseguramiento de la calidad para sus procesos; sin embargo no todo el material producido llega a manos del cliente, alrededor 4% del material se rechazó durante el año 2011 (31 toneladas mensuales). Si bien todo el material rechazado se aprovecha y vuelve a fundir, existe un costo de transformación del material y un costo de oportunidad por dejar de vender y desatender el mercado.

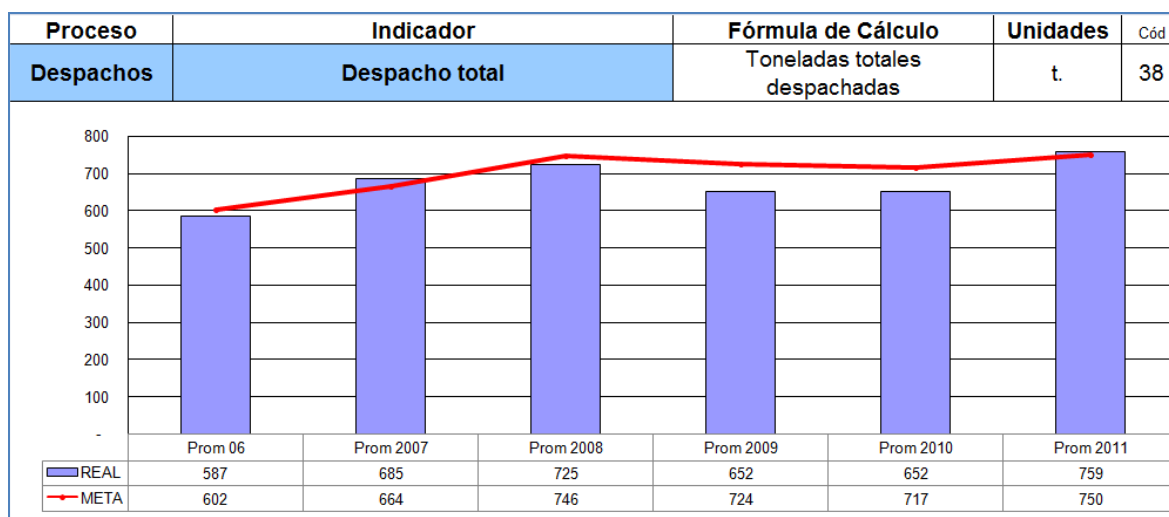
**Figura 32: Porcentaje de Calidad de la Planta Industrial Cedal**



**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

**Despachos:** la planta industrial Cedal, alcanzó una cifra record en su historia, al lograr despachar 759 toneladas mensuales promedio, superando en un 1% la ambiciosa meta de nueve mil toneladas planteada a inicios del 2011.

**Figura 33: Despacho Promedio Anual de la Planta Cedal**



**Fuente:** Cedal, Indicadores de Producción Planta, Diciembre 2011.

## 2.5 ANÁLISIS DE LOS INVENTARIOS PRODUCTO TERMINADO

Si bien es cierto que los resultados productivos muestran un crecimiento sostenido, y en el 2011 se alcanzaron las metas planteadas de producción y despachos, no todo lo despachado por la planta productiva llega a facturarse, el siguiente análisis demuestra que existe una cantidad de material que se queda sin rotación en las bodegas de los centros de distribución corriendo el riesgo de transformarse en obsoleto y restándole liquidez a la compañía.

### 2.5.1 Balance de Masa de Producto Terminado en los Centros de Distribución

Al realizar un balance de masa de los volúmenes de perfilería de aluminio manejados durante el 2011, se observa que en el transcurso de este período los inventarios de los centros de distribución de Quito y Guayaquil se incrementaron en 258 toneladas, cifra equivalente al 2,8% del volumen de las ventas totales de la empresa. Este incremento es únicamente perfilería correspondiente al mercado local, ya que todos los despachos de exportación se facturaron a la filial Vitral; por lo tanto el incremento del inventario equivale a un 4,6% de las de ventas anuales para el mercado nacional.

La siguiente tabla muestra el cálculo del incremento de inventario de producto terminado en los almacenes de distribución local, la información se obtiene restando todos los egresos por ventas a los ingresos por despachos desde planta e importaciones de perfilería.

**Tabla 8: Balance de Masa del Producto Terminado Cedral**

<b>BALANCE DE MASA DE PERFILERÍA DE ALUMINIO</b>	
<b>Cifras expresadas en toneladas</b>	
IMPORTACIÓN PERFILERÍA	220,0
DESPACHOS PLANTA PRODUCCIÓN	9.108,0
<b>TOTAL INGRESOS DE PERFILERÍA</b>	<b>9.328,0</b>
VENTAS MATERIAL IMPORTADO	263,5
VENTAS A VITRAL	3.148,0
VENTAS MERCADO LOCAL	5.658,5
<b>TOTAL VENTAS DE PERFILERÍA</b>	<b>9.070,0</b>
<b>INCREMENTO DE NIVELES DE INVENTARIO DE PT</b>	<b>258,0</b>
<b>% DEL INCREMENTO SOBRE VENTAS TOTALES</b>	<b>2,8%</b>
<b>% DEL INCREMENTO SOBRE VENTAS LOCALES</b>	<b>4,6%</b>

### 2.5.2 Costo Financiero del Incremento de Inventarios

El incrementar los niveles de inventario de producto terminado en 258 toneladas, en un año de operaciones, tiene un importante impacto económico, obligando a la empresa a financiar el mismo con deudas bancarias y emisiones de obligaciones. El componente más importante en el costo de los perfiles y tubos, es la materia prima aluminio, el precio de una tonelada al cierre del 2011 se cotizó en la Bolsa de Metales de Londres (LME) a 2,100 USD. El segundo componente del costo del inventario es el proceso de transformación; convertir un kilo de aluminio de materia prima en un kilo de aluminio perfilería le cuesta a la organización 1,12 USD.

Al sumar los dos componentes y excluyendo los costos de almacenamiento, custodia y administrativos se llega a una valoración mínima de 3,220 USD la tonelada de producto

terminado; con esta cifra se realiza el cálculo del valor del incremento. En la siguiente tabla, se observa que el valor del incremento del inventario asciende a 830,760 USD.

**Tabla 9: Cálculo del incremento del inventario**

CÁLCULO DEL INCREMENTO DE INVENTARIO		
Precio del Lme a Dic. Del 2011	2.100,00	USD / tonelada
Costo de transformación (Sin metal)	1.120,00	USD / tonelada
Costo de Aluminio Producto Terminado	3.220,00	USD / tonelada
Incremento Niveles de Inventario	258,00	toneladas
Valor del Incremento del Inventario	<b>830.760,00</b>	USD

Para poder saber si una empresa genera valor, es necesario conocer cuánto le cuestan sus recursos, la medida más usada para este cálculo es el costo promedio ponderado de capital o WAAC (*Weighted Average Cost of Capital*), este indicador toma en cuenta el pago que se les da a los acreedores (gastos financieros) y el pago por el capital de los accionistas (dividendos). (Briseño, 2006, p. 17). El valor del costo promedio ponderado del capital para Cedal es de 10.69%, su cálculo se muestra en el ANEXO 3; en la siguiente tabla se muestra costo financiero del dinero utilizado para incrementar el inventario.

**Tabla 10: Costo financiero del incremento del inventario**

COSTO FINANCIERO DEL INCREMENTO DE INVENTARIO		
Costo del incremento del Inventario	830.760,00	USD
Costo promedio ponderado del capital (WAAC) de CEDAL	10,69%	
Costo financiero anual por cada tonelada de Inventario	344,22	USD
Costo financiero por 258 toneladas de aluminio	<b>88.808,24</b>	USD

Si durante el período analizado, el inventario hubiese estado balanceado con la demanda, el material debió haberse vendido y no generar el incremento de inventarios. Alrededor del 90% del material corresponde a los acabados de pintura y anodizado, perfilería que se produce en los procesos cuello de botella, en donde existe demanda insatisfecha y por una fallida planificación se le resta capacidad de entrega a la organización; esta pérdida se calcula como el margen de la venta perdida. El 10% restante del material corresponde a perfilería en crudo o *Mill Finish*, cuyo proceso de fabricación no es crítico en cuanto a capacidad se refiere.

Tabla 11: Utilidad perdida por ventas no realizadas

UTILIDAD PERDIDA POR DE VENTAS NO REALIZADAS		
Incremento Niveles de Inventario	258,00	toneladas
Incremento del Inventario en Mill Finish	25,80	toneladas
Incremento del Inventario en Pintura	20,64	toneladas
Incremento del Inventario en Anodizado	211,56	toneladas
Pérdida de Capacidad en MF	-	toneladas
Pérdida de Capacidad en Pintura	38,08	toneladas
Pérdida de Capacidad en Anodizado	173,48	toneladas
Precio de venta promedio Material en Mill Finish	3.170,00	USD / tonelada
Precio de venta promedio Material en Pintura	4.280,00	USD / tonelada
Precio de venta promedio Material en Anodizado	3.900,00	USD / tonelada
Utilidad Perdida de Material en Mill Finish (margen 4,2%)	-	USD
Utilidad Perdida de Material en Pintura (margen 8%)	13.038,87	USD
Utilidad Perdida de Material en Anodizado (margen 6%)	40.594,13	USD
<b>TOTAL PERDIDA DE UTILIDAD DE VENTAS NO REALIZADAS</b>	<b>53.633,00</b>	USD

En la tabla anterior se determina un valor que la empresa dejó de ganar, debido a que no pudo vender el volumen correspondiente al aumento del inventario de producto terminado. Al sumar el costo financiero del incremento de inventario y el valor de la utilidad no percibida por ventas no efectuadas, tenemos una pérdida anual de 142,441 dólares equivalentes al 6,7% de la utilidad que alcanzó la empresa en el período 2011. Finalmente se determina que por cada tonelada que se incrementa en el inventario la empresa deja de ganar 552 dólares anuales.

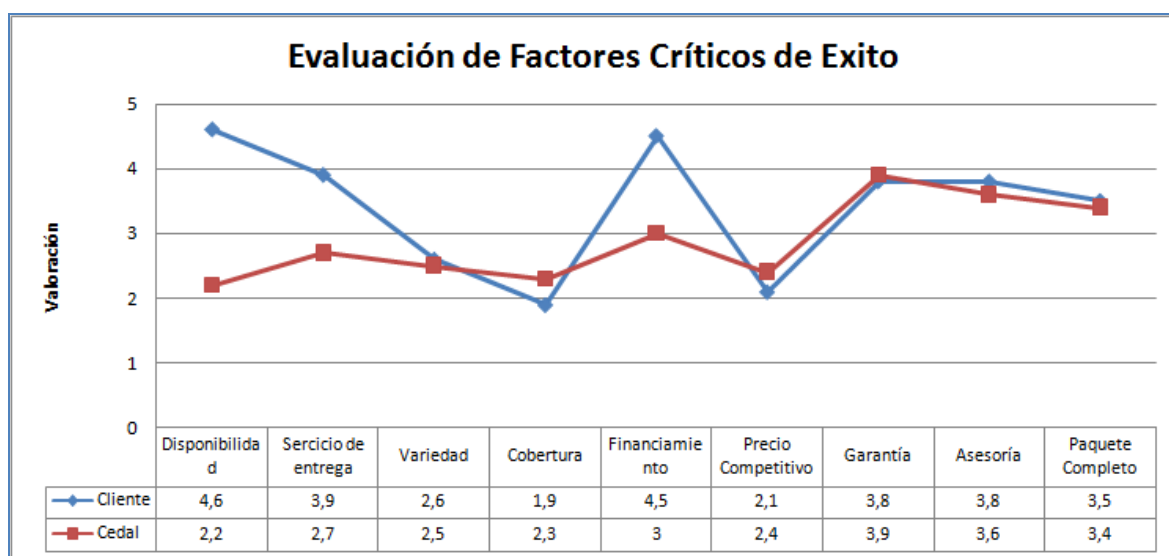
Tabla 12: Pérdida por el incremento del inventario

PERDIDA POR EL INCREMENTO DE INVENTARIO		
Costo financiero por 258 toneladas de aluminio	88.808,24	USD
Pérdida de utilidad de ventas no realizadas	53.633,00	USD
<b>PERDIDA TOTAL ANUAL POR INCREMENTAR LOS INVENTARIOS</b>	<b>142.441,24</b>	USD
UTILIDAD NETA CEDAL 2011	2.120.000,00	USD
<b>PERDIDA / UTILIDAD NETA</b>	<b>6,72%</b>	
Incremento Niveles de Inventario	258,00	toneladas
<b>PERDIDA POR CADA TONELADA QUE SE INCREMENTA</b>	<b>552,10</b>	USD / tonelada

## 2.6 NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

COLECSIS S.A., presta servicios administrativos a Cedal y cuenta con un departamento de mercadeo, este debe informar si los productos y servicios ofrecidos por Cedal satisfacen las necesidades y expectativas del cliente. A intervalos planificados se realiza una encuesta al cliente distribuidor sobre el índice de satisfacción; el resultado es entregado a las gerencias regionales de ventas y a la gerencia general de la compañía para la toma de decisiones; la información se difunde con el fin de mejorar continuamente el producto, la atención y servicio.

Figura 34: Evaluación de Factores de Éxito



**Fuente:** Cedal, Departamento de Mercadeo, Evaluación de Factores de Éxito, Febrero 2012.

En base a las encuestas realizadas, Cedal ha identificado los factores que el cliente valora, siendo los más importantes la disponibilidad y el financiamiento. El servicio de entrega, la garantía, la asesoría y la venta del paquete completo de perfiles comparten el segundo grupo en orden de importancia; finalmente la variedad, la cobertura y el precio son los factores menos importantes a los ojos del cliente distribuidor.

En la figura anterior, se puede observar la calificación de Cedal, frente a cada uno de los factores de éxito, siendo el puntaje más bajo la disponibilidad del producto. Una adecuada lectura nos indica de que a pesar de que Cedal aumentó sus niveles de inventario de producto terminado, el valor de disponibilidad es demasiado bajo; adicionalmente la

brecha entre las expectativas del cliente y lo ofrecido por la empresa es la más grande, por lo que se deben tomar acciones correctivas.

## 2.7 RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO: DEBILIDADES / OPORTUNIDADES DE MEJORA

Una vez determinado que el factor más crítico es la disponibilidad del material, se realizó una lluvia de ideas entre los responsables de los procesos de comercialización y producción, anotando las posibles causas que impiden que este indicador mejore. Se reciben todas las ideas por escrito y posteriormente se agrupan por áreas de afinidad; se determinaron los problemas a resolver, y se plantearon las soluciones más viables.

Las alternativas de soluciones planteadas, pueden convertirse en proyectos de mejora, sin embargo no todas son ejecutadas, ya que requieren recursos para su implementación. Cedal cuenta con una metodología que le permite determinar cuáles proyectos son viables y cuáles no; este método pondera las alternativas planteadas en base a los criterios de valoración, de esta manera los responsables de los procesos evalúan cada alternativa y priorizan las más idóneas, a continuación se enuncian los criterios de valoración.

**Tabla 13: Criterios de valoración de oportunidades de mejora**

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA					
<b>MONTO INVERSIÓN</b>	<b>PESO</b>	<b>TIEMPO EJECUCIÓN</b>	<b>PESO</b>	<b>IMPACTO EN EL RESULTADO</b>	<b>PESO</b>
COSTOSA	1	CORTO	3	FUERTE	3
MEDIA	2	MEDIANO	2	MEDIANO	2
BAJA	3	LARGO	1	DEBIL	1
NO REQUIERE	4				

En el ANEXO 4 se detallan las propuestas para mejorar la disponibilidad del producto; una de las causas encontradas es la *falta de capacidad* de producción en las áreas de Anodizado y Pintura y a la falta de capacidad de almacenamiento en la bodega de producto terminado de la planta Cedal. Una segunda causa se refiere al *inadecuado método de programación*, es la que más oportunidades de mejora engloba, el cambio de este proceso

debe darse con un cambio en la herramienta del sistema (Software y Hardware) de tal manera que el resultado sea satisfactorio; finalmente una tercera causa se relaciona con *evitar errores humanos* e involuntarios en la digitación, que al ser ingresados en el sistema actual generan deficiencia en la información en toda la cadena de valor. Es preciso implementar los controles en el sistema y evitar en la medida de lo posible la digitación mediante sistemas que capturen y validen la información.

**Tabla 14: Resumen Oportunidades de Mejora**

No.	Área	OPORTUNIDAD DE MEJORA	CAUSA PRINCIPAL	SOLUCIÓN TENTATIVA
1	ANODIZADO	Actualmente su limitada capacidad lo ha convertido en el cuello de botella de la planta. El espacio físico es una limitante para su crecimiento por lo que no es viable incrementar la capacidad mediante el aumento de tinas de anodizado.	Falta de Capacidad Instalada.	
2	PINTURA	A pesar de su enorme crecimiento, existe una demanda insatisfecha. La competencia ha aprovechado esta limitante en las entregas, dando como resultado una pérdida en la participación del mercado. La planta opera al máximo de su capacidad durante tres turnos, con tres grupos de trabajo.	Falta de Capacidad Instalada.	Realizar inversiones en los procesos críticos, incrementando la capacidad de respuesta hacia el cliente.
8	DESPACHOS	El espacio destinado al producto terminado de la planta Latacunga, es insuficiente; existe congestión de material, desorden, el ambiente de trabajo no es seguro y existe confusión y tiempos perdidos debido a la falta de un criterio de organización.	Falta de Capacidad Instalada.	
3	PLANIFICACIÓN	Desarrollar un programa que asegure la pronta entrega de órdenes de fabricación y que mantenga la información en línea y disponible a cualquier momento. Adicionalmente permita manejar el concepto de ubicaciones en bodegas para acceder de manera más ágil al material.	Método de Programación Inadecuado.	
4	PLANIFICACIÓN	La planta de producción depende de la colocación de pedidos "en firme" para poder fabricar; en ocasiones funciona de manera ineficiente por no contar con la información de pedidos de manera oportuna. Produce en lotes muy pequeños, debido a que la planificación es de corto plazo (semanal).	Método de Programación Inadecuado.	
7	PLANIFICACIÓN / VENTAS	El nivel de satisfacción del cliente, con respecto a la disponibilidad actual de material es demasiado bajo (2,2 sobre una escala de 5), ocasionando malestar y continuas quejas.	Método de Programación Inadecuado.	
9	DESPACHOS	El crecimiento de ventas se encuentra limitado por la asignación de cupos, de cierta manera los centros de ventas Quito y Duran son administrados y evaluados como competidores directos, administración que ocasiona pérdidas en oportunidades de negocio para la Organización.	Método de Programación Inadecuado.	Cambiar el método de Programación de Producción, apoyándose en un sistema de Información que permita tomar decisiones Oportunas.
10	DESPACHOS	El Proceso de planificación de producción está enfocado hacia el cumplimiento del volumen de producción y al aumento la productividad en planta, descuidando en gran medida el cumplimiento de pedidos, teniéndose pedidos de más de 60 días de retraso.	Método de Programación Inadecuado.	
5	VENTAS	Planta fabrica tubos y perfiles que ventas no requiere y no vende, creando obsoletos que al final del año son fundidos. Debido a los procesos manuales de creación de pedidos, subida de pedidos al SIP, adjudicación y por la enorme cantidad de artículos, existen errores humanos que se reflejan en producciones innecesarias.	Deficiente seguridad en el Sistema.	Implementar controles y seguridades en los sistemas de toma de Inventarios y despachos. Se sugiere implementar un sistema de lectura de código de barras.
6	DESPACHOS	En el proceso de carga de camiones y contenedores, no existe un control sobre el material cargado; por error se envían paquetes a un destino que no corresponde; este material posteriormente se transforma en un obsoleto, crea una distorsión en los inventarios y no llega en el tiempo requerido al cliente final.	Deficiente seguridad en el Sistema.	

En el siguiente capítulo se describe el diseño un nuevo método de planificación, este englobará, en la medida de lo posible las propuestas y soluciones planteadas con respecto a las debilidades del actual método. Cedal realizó una importante inversión en el sistema Infor E.R.P In; se espera que su implementación se apoye con el nuevo proceso de planificación para alcanzar los objetivos planteados.

### **3 DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS**

El objetivo del presente capítulo es diseñar un sistema de planificación de producción acorde a los requerimientos de la organización y al diagnóstico del capítulo anterior, el desarrollo del mismo se fundamenta en la determinación de los artículos que requieren un stock de seguridad, para lo que se incorpora un análisis histórico de la demanda.

#### **3.1 DISEÑO DEL MÉTODO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN**

Luego de realizar el diagnóstico y detectar los puntos críticos y aspectos a optimizar, se agrupó las propuestas de mejora y se realizó el análisis de causa, determinando que una reingeniería del proceso de planificación apoyada con una herramienta informática ERP y su adecuada aplicación proporcionarían la información suficiente para el análisis de datos y la toma de decisiones; adicionalmente brindarían la plataforma que Cedal y el Holding Corpesa requieren para su crecimiento.

Considerando lo sensible y crítico del proceso de planificación, Cedal realiza una inversión estimada de medio millón de dólares para implementar el Sistema Infor ERP In; sistema que enlaza, sincroniza y contabiliza todas las transacciones de la compañía en tiempo real y almacena información en bases de datos; el diagrama siguiente muestra el nuevo proceso de planificación; mismo que cambia de concepto, ya que pasa de ser un proceso de “Programación de producción” a un proceso de “Planificación empresarial” debido a que el nuevo proceso no solamente toma en cuenta los recursos de la planta de producción, sino que engloba los inventarios y recursos de toda la empresa. Para este nuevo proceso, se han identificado tres subprocesos:

**El primer subproceso**, corresponde al Análisis Estadístico de la Demanda, mismo que tiene como objetivo alinear la producción de planta con los requisitos de venta, para ello diferencia entre los artículos de venta frecuente, mismos que ameritan tener un stock de seguridad, de aquellos que corresponden a pedidos puntuales y no deben mantenerse en stock.

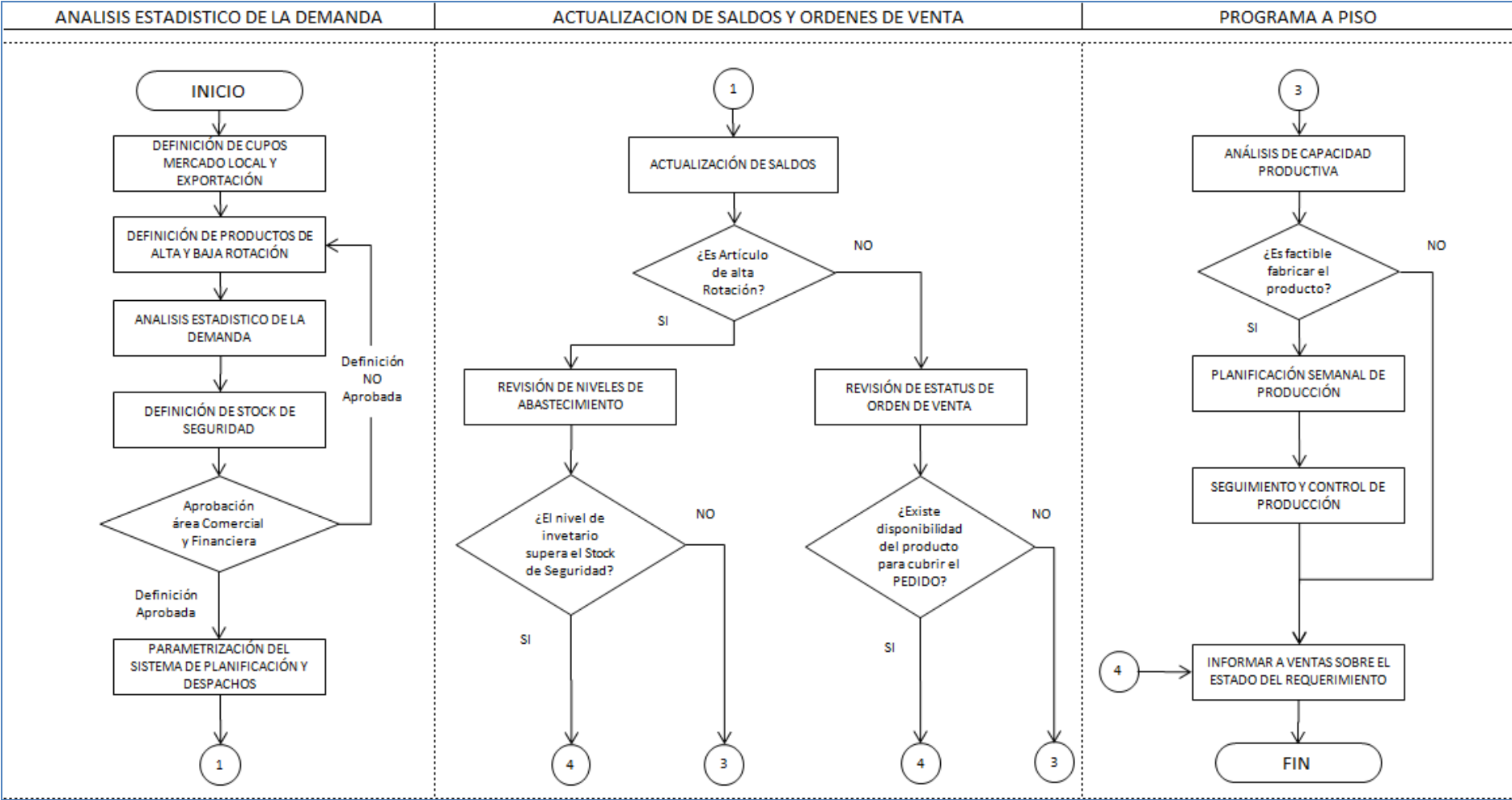
**El segundo subproceso**, se refiere a la administración de la información de inventarios de producto terminado, órdenes de venta, puntos de pedido, producto en proceso; información que se obtiene con la Actualización de Saldos y Ordenes de Venta.

**El tercer subproceso**, explica la recepción de pedidos, el control y seguimiento de producción y la constante comunicación con el área comercial, a este se lo ha llamado Programa a Piso.

Durante este capítulo se explica a detalle el nuevo proceso de planificación, los cambios más relevantes con respecto al proceso anterior, el análisis de datos, las herramientas estadísticas y de calidad aplicadas.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL CEDAL S.A.

Figura 35: Diagrama de Flujo del Proceso de Planificación Empresarial de CEDAL S.A.



## **3.2 SUBPROCESO ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA**

Este subproceso tiene como objetivo definir qué artículos requieren un stock de seguridad y qué cantidades se requieren en los centros de distribución, y en base a esta información alinear los sistemas de producción y despachos para abastecer de una manera eficiente el mercado. La demanda es la cantidad de productos o servicios que el público objetivo quiere y puede adquirir para satisfacer sus necesidades; en el caso de Cedal se analiza la demanda de perfiles y tubos de aluminio.

Es importante analizar la demanda, debido a que, una planificación en base a un pronóstico acertado permite visualizar de manera aproximada los acontecimientos futuros y eliminar en gran parte la incertidumbre, adicionalmente brinda a la organización la capacidad de reaccionar con rapidez a las condiciones cambiantes.

### **3.2.1 Definición de Cupos Mercado Local y Exportación**

El nuevo método de planificación, nace con la definición de cupos; este proceso tiene por objetivo definir en base al compromiso de ventas que cantidad de material se despachará a cada uno de los centros logísticos de distribución y es necesario debido a que la demanda de aluminio es creciente tanto en el mercado ecuatoriano como en colombiano y se debe alinear la capacidad productiva con los presupuestos de cada centro de distribución.

La planificación anual y el establecimiento de cupos para el mercado local y el de exportación se realizan en función de los objetivos macros del Holding Corpesa (ventas, producción, utilidad, inversiones), mismos que se plasman en la planificación estratégica. El cupo para exportación, se convierte en una promesa de compra – venta entre las empresas Cedal y Vitral; cualquier cambio en esta asignación, debe ser aprobado por ambas partes. En la siguiente tabla se adjunta la definición de cupos para el mercado de exportación.

**Tabla 15: Presupuesto de Ventas 2012**

<b>PRESUPUESTO VENTAS (toneladas)</b>	<b>ene-12</b>	<b>feb-12</b>	<b>mar-12</b>	<b>abr-12</b>	<b>may-12</b>	<b>jun-12</b>	<b>jul-12</b>	<b>ago-12</b>	<b>sep-12</b>	<b>oct-12</b>	<b>nov-12</b>	<b>dic-12</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
<b>Ventas Mercado Nacional</b>	590	487	624	487	350	521	590	555	487	590	521	419	<b>6.220</b>	<b>63%</b>
<b>Ventas Mercado Exportación</b>	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	<b>3.600</b>	<b>37%</b>
<b>Ventas Totales</b>	890	787	924	787	650	821	890	855	787	890	821	719	<b>9.820</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Realizado por el autor basado en la Planificación Estratégica Cedal 2012.

En base a esta información, se establece un Calendario mensual de despachos por destino; el control de los despachos se actualiza en línea con cada transacción y sirve para el estricto control del cumplimiento del presupuesto. El ANEXO 5 muestra a modo de ejemplo los resultados del mes de enero del 2012.

Los cambios más relevantes con respecto al proceso anterior son la eliminación de cupos para los centros de distribución y ventas del mercado local; el proceso anterior contemplaba un cupo estricto de producción y despachos para el centro de ventas Quito y el centro de ventas Guayaquil; esto ocasionaba que en algunas temporadas del año el inventario se encuentre desbalanceado entre los dos centros de venta, ya que, a pesar de que las ventas son fluctuantes, la cantidad a despacharse era fija.

El nuevo proceso tiene un cupo para el mercado local, mismo que se reparte para Quito y Guayaquil de manera flexible y en base a los niveles de inventario en tiempo real, es decir el material se distribuye en el momento adecuado al destino adecuado. Este cambio de concepto va relacionado con el cambio en la medición del cumplimiento de de ventas, en donde ambos centros se ven afectados cuando cualquiera de ellos no cumple con la meta establecida. Este nuevo método pretende incrementar la sinergia entre las partes involucradas y optimizar el uso de recursos.

El segundo cambio fundamental está relacionado al cupo de exportación, mismo que pasó de ser un pronóstico a un compromiso en firme de venta. El proceso anterior daba holgura a la modificación de pedidos, fechas de entrega y cantidades para el mercado de exportación, situación que solamente permitía una planificación a corto plazo; el establecimiento de un compromiso documentado de abastecimiento y compra entre ambas

empresas tiene como objetivo generar una estabilidad en la producción para el mercado de exportación, permitiendo una mejor organización de pedidos y mayor control y productividad en planta.

### 3.2.2 Definición de Productos de Alta y Baja Rotación

Para este proceso se requiere la información de las ventas históricas y pedidos activos; la toma de decisiones dependerá de la calidad de la misma. El responsable del proceso de planificación accede a la base de datos de ventas de al menos un año y la organiza en períodos mensuales para cada artículo en cada centro de ventas; el análisis a realizarse tiene como objetivo determinar si el producto va a fabricarse bajo el esquema de reposición de inventarios (*make to stock o Pull*) o bajo una producción puntual (*make to order o Push*).

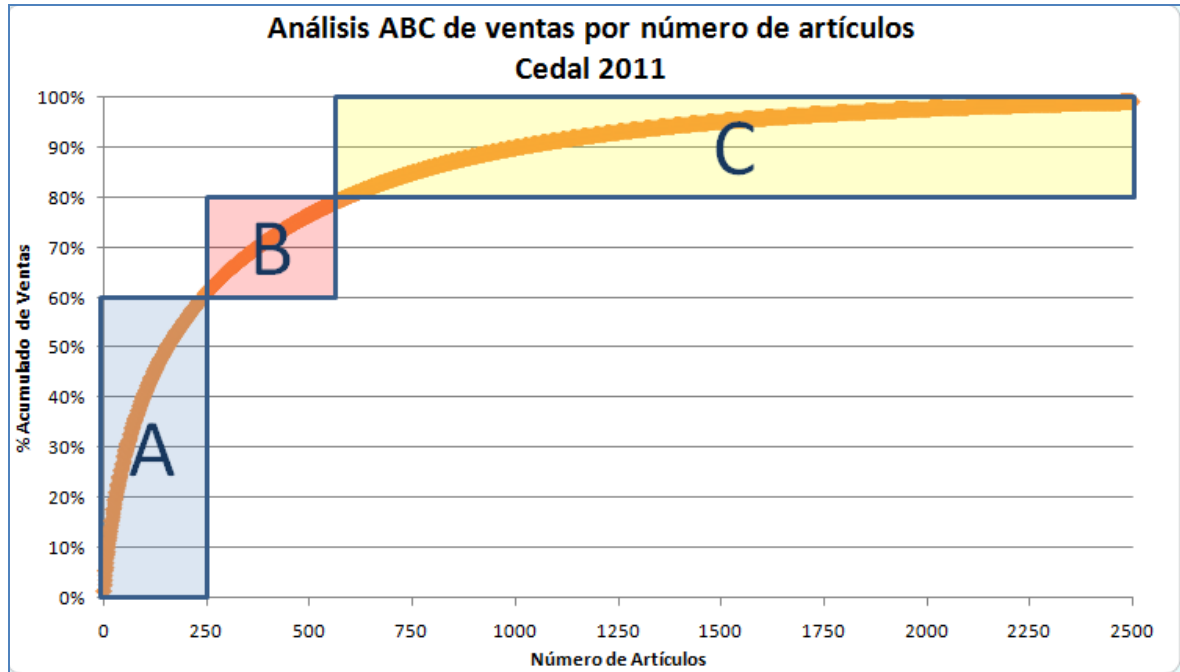
La empresa ha definido que para que un producto sea considerado como “*make to order*” debe cumplir ciertas condiciones, mismas que garanticen que el inventario a fabricarse se venda en un corto plazo. La primera condición corresponde a la **frecuencia de ventas**; y se ha definido que el producto debe presentar ventas en al menos nueve de los doce meses analizados. La segunda condición corresponde a la de **no obsolescencia**; el producto debe presentar ventas en al menos dos de los cuatro últimos meses, esto obedece a que a pesar de que el producto cumple con la primera condición de frecuencia, el mercado no requiera un stock constante; esto puede ser debido a la sustitución, temporalidad u otros factores.

La definición de referencias de alta rotación o “*make to stock*” se lo realiza en cada centro de venta; se ha definido que el análisis debe realizarse al menos trimestralmente, ya que las condiciones del mercado cambiante exigen un chequeo periódico. El resultado de este proceso es un listado de artículos de alta rotación para cada centro de ventas.

A modo de información, Cedal dispone de 6.000 artículos; de los cuales 250 concentran el 60% de las ventas; aproximadamente el 80% de las ventas corresponden a 580 artículos. A pesar de existir esta concentración, la definición de productos “*make to stock*” no se hace mediante un análisis Pareto, ni de un análisis ABC, ya que al tratarse de sistemas de construcción, al no existir un elemento, por más bajo que sea el aporte en kg o dólares, la

venta no podrá ser efectuada. La siguiente figura muestra la distribución de las ventas en función del número de artículos.

**Figura 36: Análisis de Ventas por número de artículos CEDAL S.A.**



**Fuente:** Base de Datos Ventas Cedal 2011.

### 3.2.3 Análisis Estadístico de la Demanda

Este proceso permite analizar el comportamiento de las ventas y se utiliza cuando un artículo ha dejado de pertenecer al listado de alta rotación o por el contrario cuando un artículo se incluye en este grupo; para su aplicación se requiere comparar los listados de referencias “*make to stock*” de dos períodos, los artículos excluyentes son sujetos a este análisis, mediante el cual se puede decidir si el artículo debe o no tener un stock de seguridad.

Se ha diseñado una hoja electrónica, en la que se ingresa la base de datos de ventas de cada centro de distribución, y al seleccionar un artículo se despliegan gráficos estadísticos de las ventas, tendencias y pronósticos que entregarán información de apoyo para decidir si el artículo se incluye o no en el listado de artículos de alta rotación. El marco teórico de los métodos de pronóstico se detalla en el ANEXO 7, mientras que ejemplos del análisis estadístico de la demanda que se realizan en la hoja electrónica se incluyen en el ANEXO 8.

### 3.2.4 Definición de Stocks de Seguridad

Una vez que se ha determinado si el producto es de alta o baja rotación, se debe analizar los volúmenes de venta y definir un stock de seguridad, es así que el cálculo del stock de seguridad debe estar acorde con el tipo de producto, la capacidad de producción y la estrategia de aprovisionamiento de la compañía. Para Cedal el nivel de stock obedece a la capacidad financiera, la disponibilidad de espacio físico de almacenamiento, la estacionalidad de las ventas y los requerimientos del cliente. No es un valor fijo que se mantiene en el tiempo, sino que se debe actualizar conforme cambien las condiciones del mercado.

El marco teórico de los modelos para el cálculo del stock de seguridad se detalla en el ANEXO 9. Para Cedal, se adoptó el modelo de **Reaprovisionamiento Periódico P** que se ajusta a la realidad de la organización ya que se tiene un plazo de entrega constante y la demanda es aleatoria (desconocida); este modelo permite determinar niveles de inventario máximos y mínimos calculados en función de la variación de la demanda y determinar niveles de inventario en función de la variación.

Se ha definido para cada artículo “*make to stock*” un inventario objetivo en cada centro de distribución, adicionalmente se tiene inventarios mínimo y máximo. La periodicidad de la revisión es semanal y la orden de fabricación o pedido se la coloca para completar el inventario máximo, ya que uno de los objetivos de la empresa es incrementar el nivel de disponibilidad. A continuación a manera de ejemplo se describen los pasos a seguir en el cálculo del inventario de seguridad para un producto de alta rotación en Cedal.

**Seleccionar el artículo y desplegar la información**, al seleccionar un artículo de la hoja electrónica “Análisis de la Demanda Cedal V1”, inmediatamente se despliegan los datos históricos de ventas del artículo, y su caracterización estadística. Cabe señalar que las ventas se presentan en kg. mensuales.

Figura 37: Caracterización estadística del Artículo A1823 04 640T501

A1823 04 640T501		JAMBA MARCO ESTANDAR				Caraterización estadística	
No.	PERIODO	$X_i (C_j)$	$X_p$	$d_i=(X_i-X_p)$	$d_i^2$		
1	ene-09	1.101	1.902	-800	640.316	Promedio	1.902
2	feb-09	2.162	1.902	260	67.789	Máximo	3.850
3	mar-09	2.677	1.902	776	601.637	mínimo	633
4	abr-09	2.672	1.902	770	593.212	Desvest	657
5	may-09	2.795	1.902	893	797.240	Rd	0,35
6	jun-09	2.192	1.902	290	84.316	K	1,50
7	jul-09	2.026	1.902	124	15.389	Me	2.887
8	ago-09	1.091	1.902	-811	657.911	me	916
9	sep-09	3.850	1.902	1.948	3.794.754	N periodos	36,00
10	oct-09	1.892	1.902	-10	91		
11	nov-09	2.293	1.902	391	153.071	$\Sigma d^2$	15.108.129
12	dic-09	1.985	1.902	83	6.913	n	36
13	ene-10	2.386	1.902	484	234.201	$\Sigma d^2/n$	419.670
14	feb-10	2.105	1.902	203	41.247	$\sigma X_p$	648
15	mar-10	1.330	1.902	-571	326.255	$\sigma X_e$	657
16	abr-10	633	1.902	-1.269	1.610.735	Diferencia	-9
17	may-10	2.222	1.902	320	102.645	Diferencia %	-1,4%
18	jun-10	1.467	1.902	-435	189.101	$\Sigma d^2$	15.108.129
19	jul-10	1.336	1.902	-566	320.059	n-1	35
20	ago-10	1.085	1.902	-817	666.749	$\Sigma d^2/(n-1)$	431.661
21	sep-10	1.341	1.902	-560	313.843	$\sigma X_e$	657
22	oct-10	1.284	1.902	-618	381.328		
23	nov-10	2.113	1.902	211	44.649		
24	dic-10	1.377	1.902	-525	275.465		

Fuente: Análisis de la Demanda Cedal V1.

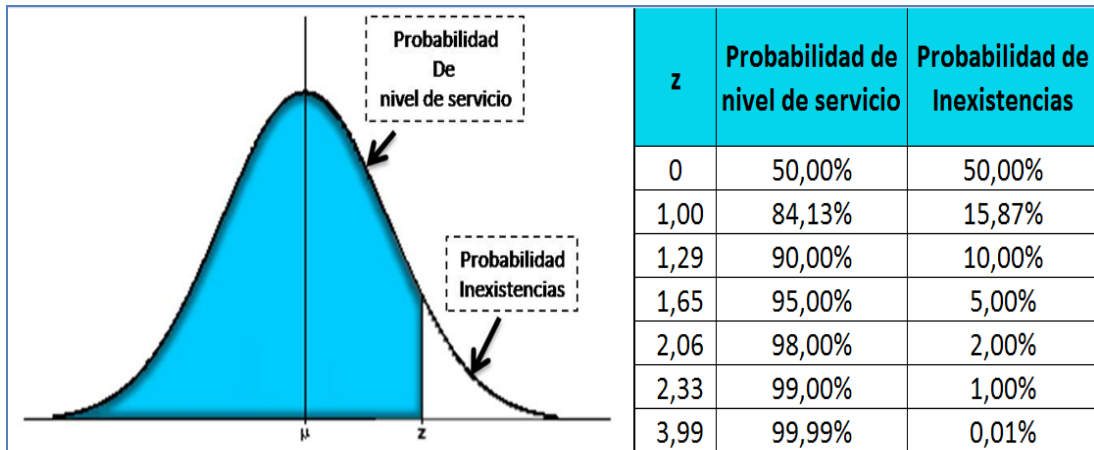
**Calcular el inventario de seguridad**, tomando un tiempo de entrega de una semana (0.25 meses) y un factor de seguridad Z igual a 1, y dado que la desviación estándar es 657, entonces

$$S_s = Z \sigma \times T_e = 1 \times 657 \text{ kg./mes} \times 0.25 \text{ meses}$$

$$S_s = 164 \text{ kg.}$$

Cuando el valor de Z es igual a uno, representa un nivel de servicio de 84.13%, ya que como se menciona en el sustento teórico, para este modelo se asume que la demanda obedece a una distribución normal. Los valores de Z para los diferentes niveles de servicio constan en el ANEXO 10.

Figura 38: Áreas de la curva Normal



Fuente: Dirección de la Producción, Decisiones Tácticas. Heizer y Render, p.468.

**Calcular el inventario objetivo** definido por el consumo promedio durante el tiempo de entrega (en este caso promedio semanal) más el inventario de seguridad. Como el promedio mensual de consumo para el artículo seleccionado es de 1.902 kg; el promedio semanal ( $X_{te}$ ), será de 475 kg. Entonces el inventario objetivo se calcula:

$$I_o = X_{te} + S_s = 475 + 164 = 639 \text{ kg}$$

**Calcular el inventario máximo**, representa la máxima cantidad que tendrá la organización de un artículo en un almacén determinado, se calcula:

$$M_x = 2 I_o - S_s = 2 \times 639 - 164 = 1.115 \text{ kg}$$

**Calcular el tamaño del lote o cantidad de ordenar**, el cálculo entrega una cifra sugerida para alcanzar el inventario máximo.

$$L_t = M_x - S_s = 1.115 - 164 = 950 \text{ piezas}$$

Como se puede observar el cálculo del stock de seguridad y del inventario dependerá del nivel de servicio que quiera alcanzar la organización, pero una vez definido se convierte en un objetivo a cumplir.

### **3.2.5 Aprobación del Área Comercial y Financiera**

El objetivo de este proceso es alinear el análisis realizado con los criterios comerciales, ya que existe la posibilidad de que algún producto de alta rotación salga del mercado o cambien sus características por requerimiento del cliente, o por otra parte, algún producto de baja rotación necesite ser impulsado y mejorar sus niveles de colocación y respuesta; por otro lado, desde la perspectiva financiera, se evalúa el costo de mantener el inventario y el apalancamiento operativo que esta definición conlleva.

Las gerencias regionales de ventas analizan la información; enfocándose principalmente en los cambios con respecto al último período y en base a su conocimiento del mercado, afinan la información, mientras que la Gerencia General y Gerencia Financiera, evalúan el costo del inventario deseado y aprueban o corrigen los niveles de stock de seguridad, mismo que se define en semanas de inventario.

Este criterio de aprobación del nivel de stock de seguridad tiene como ventaja determinar la cantidad de kilos y dólares que la empresa desea mantener en inventario de producto terminado en un momento determinado del año, dependiendo de la estrategia de ventas y de la capacidad financiera que esta disponga.

### **3.2.6 Parametrización del Sistema de Planificación y Despachos**

El objetivo de este proceso es garantizar que en el Sistema Infor ERP Ln, se encuentre la información definida en los pasos anteriores, el sistema permite ingresar el stock de seguridad para cada uno de los artículos en cada uno de los centros de venta; la correcta parametrización de esta información permite que las operaciones se orienten con la estrategia de inventarios de la compañía.

En la siguiente figura se muestra que para el almacén del centro de ventas de Guayaquil se ha definido un stock de seguridad de 4.324 unidades del tubo cortinero A2648 12 640T501. El stock de seguridad corresponde al número de días de venta que se necesita en un almacén para satisfacer las fluctuaciones de la demanda y los plazos de entrega. En general, el stock de seguridad es una cantidad que se ha planificado para que esté en perchas a fin de ofrecer protección frente a las fluctuaciones en la demanda o el suministro.

Figura 39: Sesión Relación Almacén Artículo

Almacén	Stock de seguridad	Estatus de almac	Usar datos de orden de artículo	Método de valoración de stock	Método de planificación	Política de lotificación
PTESG1	0.0000 u	Activo	<input type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTESU1	0.0000 u	Activo	<input type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTGA01	0.0000 u	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTGA02	0.0000 u	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTGA03	0.0000 u	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTGVE1	4,324.0000 u	Activo	<input type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTLTG1	1,772.0000 u	Activo	<input type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTPE01	0.0000 u	Activo	<input type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
PTUIO1	2,764.0000 u	Activo	<input type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
XPTGV1	0.0000 u	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria
XPTUI1	0.0000 u	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>	Costo unitario de media móvil (MAUC)	Planificado	Cantidad necesaria

Fuente: Infor Erp In Sesión whwmd2510s000.

### 3.3 SUBPROCESO ACTUALIZACIÓN DE SALDOS Y ÓRDENES DE VENTA

Este subproceso tiene como objetivo tomar la información actualizada del sistema ERP, analizar el estado del requerimiento y compararlo contra las existencias en tiempo real, de esta manera se define si el requerimiento del producto se transforma en una orden de fabricación para la planta; la mayor diferencia con respecto al antiguo procedimiento radica en que la información se encuentra disponible y en línea para todos los usuarios involucrados en las diferentes ciudades (ventas, logística y producción), permitiéndoles gestionar de manera más oportuna las operaciones.

#### 3.3.1 Actualización de Saldos

La información de inventarios se actualiza con cada transacción de producción, entregas, ventas, devoluciones, rechazos de calidad, entre otras. Las consultas de información en el sistema se pueden realizar para cada artículo y en todos los almacenes de la organización en línea, tal como lo muestra la siguiente figura, en donde se observa que para cada almacén se tiene su stock efectivo.

Figura 40: Sesión Consulta de Stock de Artículo por Almacén

The screenshot shows a software window titled 'Almacén - Stock de artículo (Vista actual: Artículo, almacén)'. The interface includes a menu bar (Archivo, Editar, Ver, Grupo, Herramientas, Especifico, Ayuda) and a toolbar. Below the menu, there are input fields for 'Artículo' (containing 'A1583 02 640T501') and 'TUBO 1 1/2 ECONOMICO'. The main area is a table with the following columns: Almacén, Tipo de alma, Relación, Unidad e, Agrup, Zo, Stock físico, and Stock bloquea. The table lists various warehouses and their corresponding stock levels for the specified article.

Almacén	Tipo de alma	Relación	Unidad e	Agrup	Zo	Stock físico	Stock bloquea
PTCPA1	CENTRO PAIS PRODUCTO TERM	Normal	150	CP1		0.0000	0.0
PTDAM1	CEPEDA LTDA - AMBATO	Normal	150			0.0000	0.0
PTDAM2	DINALCO - AMBATO	Normal	150			0.0000	0.0
PTDAM3	IMCE - AMBATO	Normal	150			0.0000	0.0
PTDAM4	PATOVID - AMBATO	Normal	150			0.0000	0.0
PTDAM5	PATRICIO CEPEDA - AMBATO	Normal	150			0.0000	0.0
PTDAM6	VIDRIERIA SANTA RITA - AMBAT	Normal	150			0.0000	0.0
PTDLA1	VIALPAZ - LATA CUNGA	Normal	150			0.0000	0.0
PTDRI1	CRISTALUM - RIOBAMBA	Normal	150			0.0000	0.0
PTDRI2	VIDRIALUM - RIOBAMBA	Normal	150			0.0000	0.0
PTDSD1	IMPALVID - SANTO DOMINGO	Normal	150			0.0000	0.0
PTDSD2	VIALUM - SANTO DOMINGO	Normal	150			0.0000	0.0
PTESG1	ESTRUSA GUAYAQUIL	Normal	150	EG1		0.0000	0.0
PTESU1	ESTRUSA QUITO	Normal	150	EQ1		0.0000	0.0
PTGA01	ALUMAX NORTE	Normal	150			70.0000	0.0
PTGA02	ALUMAX SUR	Normal	150			106.0000	0.0
PTGA03	ALUMAX CENTRO	Normal	150			45.0000	0.0
PTGYE1	GUAYAQUIL PRODUCTO TERMI	Normal	150	GY1		1,888.0000	0.0
PTLTG1	LATA CUNGA PRODUCTO TERMI	Normal	150			213.0000	0.0
PTPE01	PERU - MIYASATO	Normal	150	PE1		0.0000	0.0
PTUIO1	QUITO PRODUCTO TERMINADO	Normal	150	UI1		1,625.0000	0.0
XPTGY1	DAÑADO PROD. TERMIN. GUAY	Normal	150			2.0000	0.0
XPTUI1	DAÑADO PRODUC. TERMINAD	Normal	150			0.0000	0.0
						3,967.0000	0.0

At the bottom of the window, the status bar shows 'whwmd2515m000 150 PERSONALIZADO'.

Fuente: Infor Erp In Sesión whwmd2515m000.

Con el objetivo de cuantificar los volúmenes de inventario en los almacenes de distribución tanto en piezas como en kilogramos, y permitir una consulta completa de los artículos de venta, se exporta la información de la base de datos a una hoja electrónica, la información se proporciona a los responsables de los procesos involucrados en la organización (producción, logística, comercialización). Este reporte lo genera el departamento de sistemas de manera diaria y es la base para la toma de decisiones operativas de la planificación.

La hoja Electrónica se ha diseñado con alertas (semáforos) para clasificar un artículo dentro del inventario, de esta manera se puede gestionar de manera inmediata acciones correctivas para mejorar la composición del mismo; por ejemplo, cuando un artículo se encuentra bajo el stock de seguridad se marca en rojo y la organización deberá atender este requerimiento de manera urgente.

### 3.3.2 Actualización de Órdenes de Venta

Cuando un cliente requiere un artículo que no corresponde al grupo de referencias “*make to stock*” los responsables del área comercial ingresan al sistema ERP una orden de venta de tipo fabricación (ODF), misma que se convierte en un requerimiento en firme y en un compromiso de compra – venta, razón por la que planta debe darle la prioridad del caso.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una orden de venta en el sistema, como se puede apreciar, el tipo de orden de venta es ODF “Orden de fabricación”

Figura 41: Sesión Orden de Venta

The screenshot displays the 'Orden de venta - Líneas' window. The 'Control' section is highlighted with a red box, showing 'Tipo de orden de venta' as 'ODF' (ORDEN DE FABRICACION). Other details include 'Número' JIO012283, 'Departamento de ventas' YQ0001 VENTAS QUITO, and 'Estatus' Cerrado. The financials section shows 'Divisa' USD DOLAR, 'Importe de orden' 44,743.4400 USD, 'Importe de impuesto' 5,369.2200 USD, 'Crédito disponible' 129,207.0212 USD, and 'Importe total' 50,112.6600.

Posición	Artículo	D De scr de	Sistema de	D De	Cantidad pedida	NIF del	St o	Descuento de línea	Importe de descuento	Descuento multinivel	Importe	Fecha planifi entrega
270	A1523 21 640T501	✓		RI RI	120.0000	E	0.	25.00	0.0000	☐	1,725.0700	19/01/2012
280	A1823 21 640T501	✓		JA JA	100.0000	E	0.	25.00	0.0000	☐	1,413.7300	19/01/2012

Fuente: Infor Erp In Sesión tdsls41900m000.

### 3.3.3 Revisión de Niveles de Abastecimiento y Revisión de Estatus de Órdenes de Venta

En este punto se comparan los inventarios de la organización contra los requerimientos tanto de stock de seguridad como de órdenes de fabricación. Si el inventario actual de la organización supera el requerimiento establecido, el pedido se encuentra cubierto y se debe informar a los responsables del área comercial. Por otro lado si el inventario es

insuficiente, se debe planificar una producción que cubra con este requerimiento en el menor tiempo posible.

A diferencia del proceso anterior, el nuevo modelo brinda información sobre inventarios y requerimientos en línea permitiendo a los involucrados tomar acciones correctivas para mejorar la gestión de cumplimiento y entrega; no obstante requiere disciplina y orden para realizar en tiempo real las transferencias y registrar los movimientos en las sesiones adecuadas.

### 3.4 SUBPROCESO PROGRAMA A PISO

Este subproceso tiene como objetivo tomar los requerimientos u órdenes de fabricación y mediante un análisis de capacidad generar el plan de producción y su posterior control y seguimiento. El programa a piso se lo realiza de manera semanal y uno de los factores principales para su correcto cálculo es determinar los niveles de stock de producto en proceso, el mismo que debe estar alineado con las capacidades productivas.

#### 3.4.1 Análisis de la Capacidad Productiva

Una vez organizados los requerimientos, semanalmente se debe considerar restricciones de capacidad y disponibilidad en planta, previo la elaboración del plan de producción, de esta manera se pretende alcanzar las metas de ventas, despachos y producción. La capacidad actual de la planta industrial en toneladas para una semana normal de trabajo bordea las siguientes cifras:

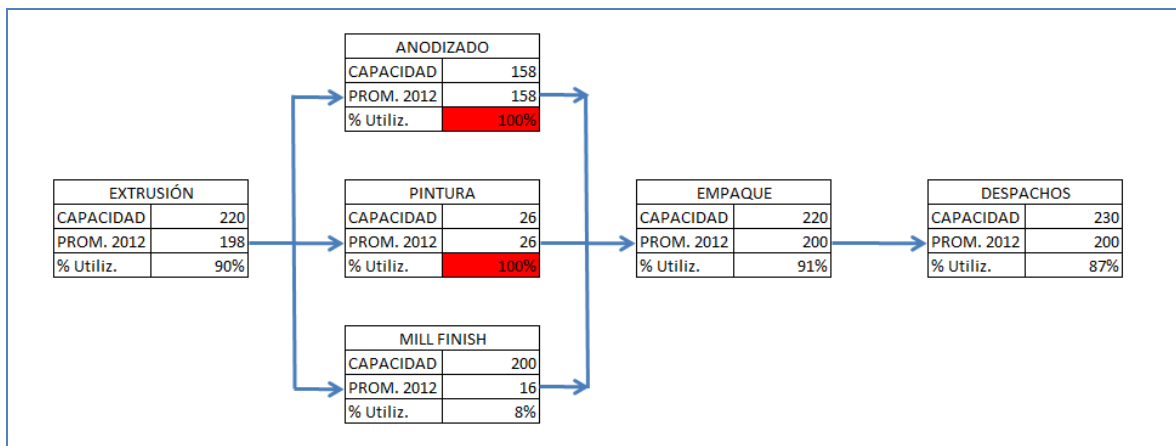
**Tabla 16: Capacidad productiva semanal de la planta industrial**

<b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN SEMANAL (Toneladas)</b>	
EXTRUSIÓN	200
ANODIZADO	160
PINTURA	26
<i>MILL FINISH</i>	200
EMPAQUE	220
DESPACHO	230

**Fuente:** Indicadores KPI 2012.

Como se puede apreciar en el siguiente diagrama, los cuellos de botella son las áreas de anodizado y pintura. El proceso de *Mill Finish* (*acabado laminado*) tiene su restricción en el mercado y únicamente se vende un 8% de la producción en este tipo. Cualquier planificación excedente para las áreas de anodizado y pintura causarían acumulación de producto en proceso.

**Figura 42: Identificación de Cuellos de Botella en la Planta Industrial**



El tener un exceso de inventarios en las áreas productivas conlleva maltrato de material, demora en entrega de pedidos, desorden e incrementa el riesgo de accidentes de trabajo. La planta industrial ha diseñado sistemas de almacenamiento como racks, canastas y coches que le permiten contar con inventarios en las diferentes áreas, mismos que facilitan la producción por lotes de referencias y acabados.

Luego de revisar la capacidad y si el pedido cumple con lo establecido para lograr un balance de las líneas, se debe analizar la disponibilidad de materia prima, matricería, materiales y equipos. El área de planificación debe informar a los centros de ventas estas restricciones.

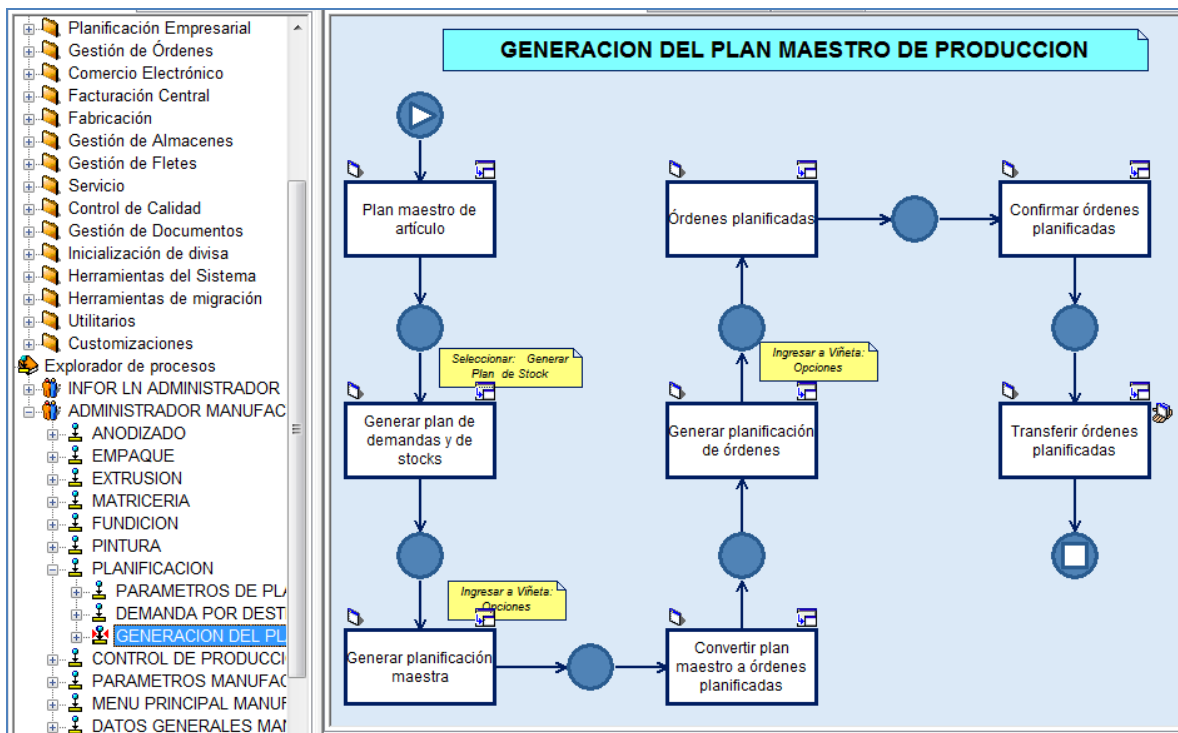
### 3.4.2 Planificación Semanal de Producción

Esta se realiza de preferencia con planta parada y todas las transacciones finalizadas, debido a que de no ser así existe un potencial riesgo de planificar la producción de material que ya se encuentre producido. El sistema exige una secuencia de actividades que tiene

como resultante un listado sugerido de órdenes de fabricación de artículos producto terminado y un listado sugerido de artículos de compra, a esta serie de actividades se lo conoce como generación del plan maestro, proceso que integra información de las diferentes áreas productivas y logísticas.

Si bien el sistema lanza ordenes sugeridas en base la parametrización, estas no contemplan la capacidad de la planta y es el planificador de producción, quien utilizando criterios de priorización y guiándose bajo las restricciones antes señaladas, selecciona un listado de órdenes y las exporta como órdenes en firme para un **período congelado**<sup>4</sup> de al menos una semana en planta.

**Figura 43: Diagrama de actividades de Planificación de Producción**



**Fuente:** Sistema Infor ERP In, Módulo de Planificación Empresarial.

Finalmente, se distribuye la información del plan maestro a todos los involucrados en la organización. El cumplimiento de este plan como se verá en el punto siguiente, se controla en línea y con cada transacción.

<sup>4</sup> Período congelado: Período acordado con el área comercial, en el cual no se ingresan nuevos pedidos ni se modifican órdenes de fabricación existentes; tiene la finalidad de brindar estabilidad a la programación de planta.

### 3.4.3 Seguimiento y Control de Producción

Con la finalidad de velar el cumplimiento de la planificación semanal, la organización ha diseñado controles en línea sobre el avance del cumplimiento; esta información se actualiza con cada corrida de producción en las prensas extrusoras y con cada transacción de material para las diferentes áreas productivas. La información se migra del sistema ERP mediante una interfaz a una hoja electrónica, la misma que sirve como fuente de programación y seguimiento de prioridades y pedidos especiales al personal operativo de matricería y extrusión.

**Tabla 17: Reporte de Seguimiento del Plan de Producción Semanal**

SEGUIMIENTO DEL PLAN DE PRODUCCIÓN SEMANAL																	
Actualizar	PLAN				PRODUCCIÓN				POR PRODUCIR								
ART. MF	Anodizado	Pintura	Mill Finish	Total general	A	P	M	S	Anodizado Pz	Pintura Pz	Mill Finish Pz	Total Piezas	Total Kilos 2	Prensa	CUM. %	MATRICES DISPON	OBSERVACIONES
A1002640	25			25	0	0	0	0	25	0	0	25	52,96	2	0%	2	S.S. UIO
A1013640	35			35	28	0	0	0	7	0	0	7	36,29	1	80%	1	ODF SEM 20
A1016640	468			468	470	0	0	0	0	0	0	0	-	2	100%	1	ODF SEM 20
A1032640	860			860	800	0	0	0	60	0	0	60	41,47	1	93%	1	S.S. UIO
A1059640	90			90	0	0	0	0	90	0	0	90	96,19	1	0%	1	S.S. UIO
A1065640	31			31	0	0	0	0	31	0	0	31	152,57	1	0%	1	S.S. UIO
A1066640	197	108		305	0	0	0	0	197	108	0	305	1.216,10	2	0%	2	S.S. GYE
A1071640		67		67	0	0	0	0	0	67	0	67	137,22	2	0%	2	S.S. UIO
A1072640	42	35		77	0	0	0	0	42	35	0	77	185,79	1	0%	2	S.S. UIO
A1104640	70			70	0	0	0	0	70	0	0	70	78,85	1	0%	1	ODF SEM 20
A1106640	89	5		94	103	6	0	0	0	0	0	0	-	2	116%	2	S.S. UIO
A1108640	57	52		109	8	0	0	0	49	52	0	101	390,43	1	7%	1	INSUF. UIO & GYE
A1109640	198	65		263	208	72	0	0	0	0	0	0	-	2	106%	1	INSUF. UIO & GYE
A1110640	173	1		174	198	2	0	0	0	0	0	0	-	2	115%	1	INSUF. UIO & GYE

**Fuente:** Archivos Control de Producción Cedral Aluminio S.A.

Se han establecido reportes gerenciales sobre los niveles de cumplimiento de presupuestos e indicadores claves de desempeño en cada área productiva, realizando una inversión paralela en un programa de *Business Intelligence*, que es un conjunto herramientas enfocadas a la administración y creación de conocimiento mediante el análisis de datos existentes en la organización. Esta herramienta permite la visualización gráfica y objetiva de los niveles de cumplimiento, tendencias y desviaciones de los presupuestos, ayudando a los responsables de los procesos a alcanzar las metas planteadas. En el ANEXO 11 se muestran algunos ejemplos desarrollados para el continuo monitoreo de las áreas de producción.

### 3.4.4 Información a Ventas sobre el Estado del Requerimiento

El área productiva y comercial deben estar sincronizadas y comunicadas para lograr los objetivos planteados; este último proceso tiene como objetivo establecer canales y

procedimientos formales de comunicación entre ambas partes. Si bien la organización ha brindado las facilidades a sus colaboradores para que consulten la información de una manera abierta ya que esta se encuentra disponible en el Sistema ERP, para una mayor comprensión se han desarrollado reportes que indican el estatus de los pedidos y órdenes de venta y niveles de stock de seguridad como se observó en la actividad actualización de saldos.

Tanto para el mercado local como para el de exportación se envía diariamente el estatus de los pedidos, despachos y saldos en planta de tal manera que se dispone de información oportuna para el seguimiento de pedidos y prioridades existentes en el área comercial; esta información se extrae automáticamente del sistema y se presenta en hojas electrónicas, tal como se muestra en la siguiente figura donde se detallan los pedidos de Vitral.

**Tabla 18: Seguimiento Pedidos “Estatus Vitral”**

ESTATUS VITRAL 2012					PEDIDO EN PAQUETES BOGOTÁ	PEDIDO EN PAQUETES CALI	TOTAL PAQUETES PEDIDOS	ORDENES DE EMBARQUE RECIBIDAS			CUMPLIMIENTO (%)			SALDOS PLANTA CEDAL PAQUETES					
NO.	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	PESO U	PZ X PAQ	TOTAL BOGOTÁ	TOTAL CALI	Total Vitral	TOTAL BOGOTÁ	TOTAL CALI	TOTAL VITRAL	BOGOTÁ	CALI	Total	proceso	empaques	bodega	PLANTA	reservado	disponible
722	A2965 21 600T501	DIVISIONES INTERIORES	3,53	8	35	0	35	30	0	30	86%		86%	-	-	5,0	5,0	5	-
879	A3211 10 480T501	JAMBA P/C 2.6 LAG	2,42	12	44	0	44	38	0	38	86%		86%	-	4,3	2,0	6,3	2	4
912	A3215 10 480T501	VERTICAL CHAPA P/C 2.6 LAG	2,46	12	44	0	44	40	0	40	91%		91%	-	6,5	-	6,5	-	7
925	A3216 10 480T501	ENTRECERRRE P/C 2.6 LAG	3,28	12	44	0	44	43	0	43	98%		98%	-	-	-	-	-	-
1063	A3376 01 600T501	DUCHAS	6,10	4	30	0	30	30	0	30	100%		100%	-	-	4,0	4,0	4	-
1148	E1659 01 600T601	ESCALON SUPERIOR	5,33	6	10	17	27	15	7	22	150%	41%	81%	6,3	-	-	6,3	-	-

**Fuente:** Archivos Control de Producción Cedral Aluminio S.A.

Como se puede observar en este capítulo, la organización ha realizado una inversión en el manejo de información y tecnología que junto con la capacitación del personal y un replanteamiento de los procesos se espera que en un mediano plazo brinde los resultados esperados. En el capítulo siguiente se analizarán los datos obtenidos durante un año de funcionamiento del nuevo esquema de trabajo y las ventajas y desventajas que muestra el proceso de planificación.

## **4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo se detalla la metodología y el cronograma utilizado en la implementación del nuevo modelo de planificación empresarial, así como los principales obstáculos y cambios que se presentaron en Cedal. Tras un año de la implementación y luego de las correcciones y ajustes necesarios, se presentan y analizan los resultados de los indicadores de gestión relacionados con el nuevo proceso.

### **4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL**

#### **4.1.1 Metodología de la Implementación**

El nuevo modelo de planificación empresarial al estar apoyado en el ERP necesitó de una metodología de implementación que minimice el riesgo de fracaso, ya que el objetivo no fue únicamente sustituir el sistema sino cambiar los métodos de trabajo y generar un cambio organizacional que mejore la rentabilidad de la empresa.

##### **4.1.1.1 Equipo de Trabajo**

Al ser un ERP un software de gestión que integra a varias facetas del negocio (manufactura, finanzas, contabilidad, ventas, adquisiciones), el proyecto, en su etapa de implementación, requirió de un equipo multidisciplinario de trabajo conformado por:

**Director de Proyecto**, brinda los recursos para la implementación del proyecto. Es un alto directivo de la compañía, en el presente caso de estudio fue el Director General Administrativo Financiero de Corpesa.

**Líder del Proyecto**, encargado de tomar decisiones y controlar el desarrollo y cumplimiento del cronograma, en el presente caso fue el Gerente de Información y Tecnología de Corpesa.

**Usuarios Clave**, grupo seleccionado de empleados que conoce del giro del negocio y cuya función es la de estudiar a fondo el sistema e implementar las buenas prácticas que el sistema ofrece, alineando los procesos del negocio a los procesos del sistema.

**Usuarios finales**, encargados de conocer el sistema, evaluar su funcionalidad y ejecutar diariamente las tareas asignadas.

#### **4.1.1.2 Factores críticos de Éxito y Factores de Riesgo**

Durante el proceso de implementación se identificaron factores de éxito; estos aspectos sirvieron para sustentar y fortalecer el buen funcionamiento del sistema, entre estos se encontraron:

- Capacitación efectiva en los diferentes niveles.
- Apoyo constante del área de sistemas.
- Rediseñar el proceso alineado con los principios y buenas prácticas que el ERP exige; validación y aceptación del nuevo esquema por parte de los involucrados.
- Realizar pruebas y validaciones de todas las sesiones.
- *Check List* detallado antes de salir en vivo y estar pendiente de los niveles de detalle requeridos.

De igual manera se encontraron algunas de las amenazas o factores de riesgo que afectaron el proceso de implementación; barreras que con el trabajo en equipo, debieron superarse, entre estas estuvieron:

- Falta de compromiso y participación de los líderes y responsables de cada proceso.
- Definición errónea de las reales necesidades de la empresa.
- Resistencia al cambio.
- Baja adaptabilidad entre los requerimientos de la empresa y lo que el ERP ofrece

- Capacitación inoportuna.
- Demora en el cronograma de trabajo y falsas expectativas en los tiempos de entrega.
- Falta de reportes que aseguren que el sistema funcione correctamente.

La implementación, puesta en marcha y correcta operación del mismo tomó alrededor de un año y medio, las etapas y la ruta crítica del proyecto se describen en el ANEXO 12.

#### **4.1.2 Cambios en la Estructura Organizacional**

Cedal debió adoptar una reestructuración en las funciones acorde con las nuevas tareas y responsabilidades que el nuevo modelo exige. Entre el principal cambio está la unificación del departamentos de control de producción con el de empaque, debido a su afinidad en la gestión y administración del producto terminado; se creó el cargo de “Coordinador de Control de Producción” que entre sus funciones debe velar por el cumplimiento de todos los procesos de cierre de órdenes de fabricación y registro y control de costos; esta creación permitió que los dos asistentes de control de producción trabajen en horario rotativo y cubran durante todo el día los requerimientos de información y den soporte en el uso del sistema en la planta.

En el área de despachos, se mejoraron los controles al aumentar una persona en la coordinación, adicionalmente se implementó un sistema de código de barras con la finalidad de mejorar la precisión de las entregas; en el área de empaque se eliminó jerarquías haciendo que la organización sea más flexible. El ANEXO 13 muestran gráficamente los cambios realizados.

#### **4.2 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN**

Para el siguiente análisis se compararán los datos históricos hasta el 2011 contra los valores del 2012, año en que el nuevo proceso de planificación empresarial se consolida en la organización, para un mejor análisis se ha dividido este punto en indicadores del área de **producción**, indicadores del área **comercial** y finalmente nuevos indicadores de **gestión del manejo de inventarios** que bajo el anterior proceso no se medían.

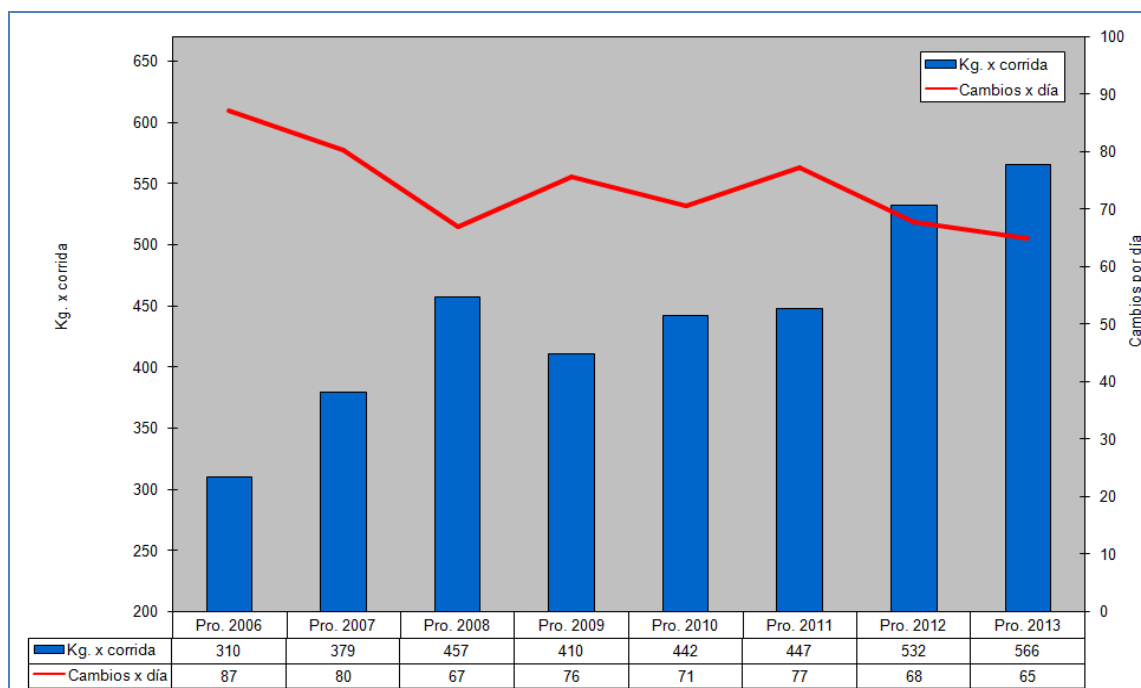
#### **4.2.1 Indicadores en el Proceso Productivo**

El sistema de gestión de la empresa, ha permitido monitorear en el transcurso del tiempo el desempeño de su planta de producción, a continuación se enuncian los indicadores que se relacionan directamente con la implementación del nuevo proceso de planificación.

##### **4.2.1.1 Kilos por Corrida y Cambio de Matrices por Día**

Cada vez que se requiere fabricar un tipo de producto en el área de extrusión, se debe cambiar de matricería; un indicador de la gestión de planificación es el número de kilos producidos con cada cambio de matriz. Si bien en la figura adjunta se muestra una tendencia de mejora continua desde el 2006, se aprecia un salto enorme al implementar el nuevo proceso, debido a que el planificador al no depender de la colocación de pedidos en firme y tener una información completa de la demanda e inventarios, le da mayor autonomía para programar mejores corridas de producción.

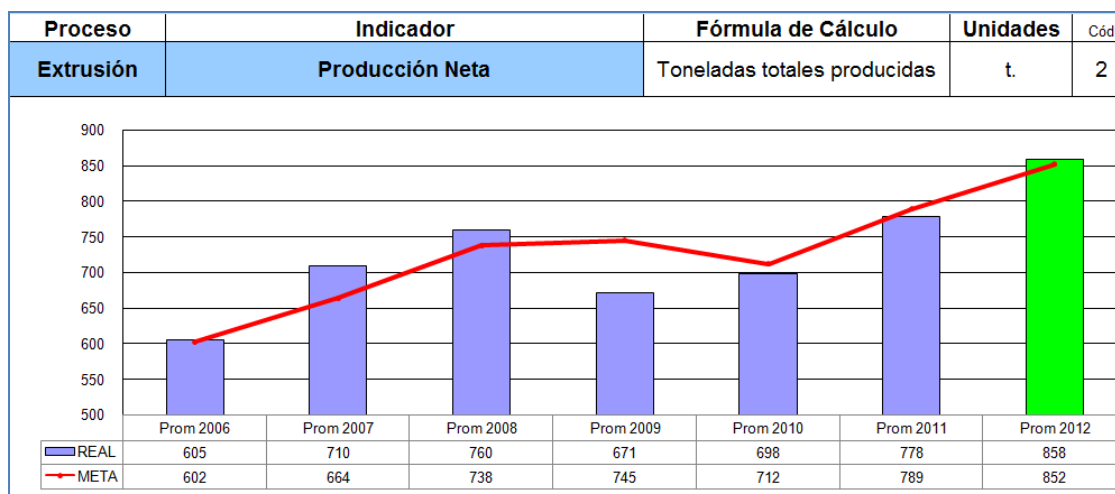
Los valores muestran un incremento que va de 447 kg. promedio en el 2011 a 532 kg. para el 2012, equivalente a una mejora del 19%; este indicador se traduce en una reducción de los tiempos improductivos y aporta al mayor volumen de producción. En la siguiente figura se observa una reducción en los cambios de matriz (formato) por día; adicionalmente se muestra el promedio del primer trimestre del 2013, en donde se puede interpretar que la tendencia en la mejora de este indicador se consolida con el adecuado uso de la información.

**Figura 44: Indicador de Kilos por Corrida y Cambio de matrices por día**

Fuente: Archivos de Control de Producción.

#### 4.2.1.2 Producción Neta

La siguiente figura muestra que la producción promedio del 2012 alcanza la cifra record de 858 toneladas, superando en un 10% la cifra alcanzada en el 2011. Si bien existen varios factores que aportaron a este crecimiento, la adecuada planificación de producción es un factor preponderante.

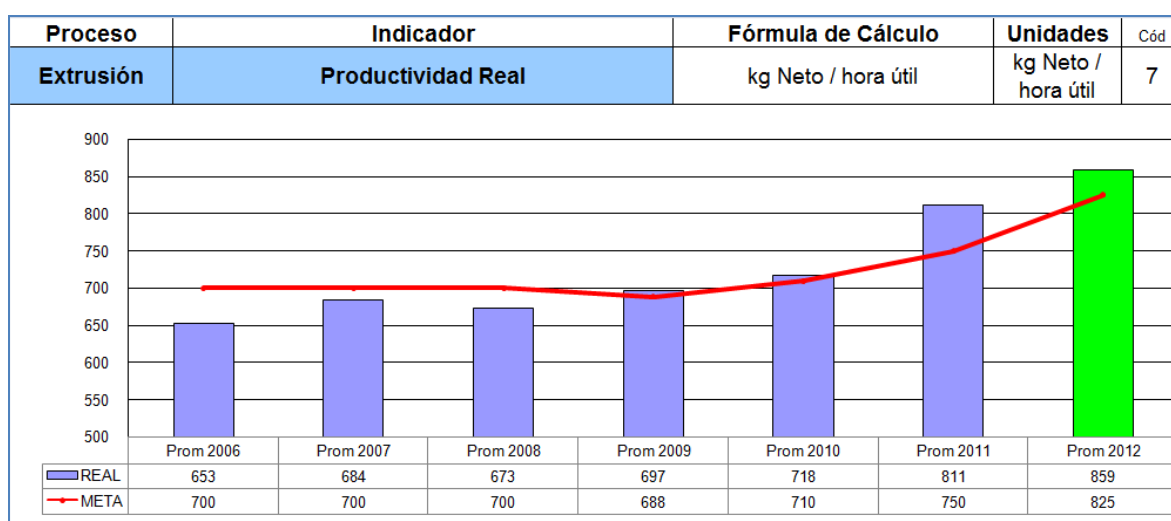
**Figura 45: Producción en Prensas**

Fuente: Archivo de Control de Producción.

### 4.2.1.3 Productividad

La productividad en Cedal se mide en kilogramos netos sobre el tiempo útil en horas, y es un indicador del uso eficiente de los equipos. El nuevo método de planificación de producción aporta en la mejora del desempeño, debido a que, como se vio en el primer indicador, se reduce el número de cambios de matriz y de tiempos improductivos por este efecto. Como se puede observar, se alcanzan los 859 kg/hora útil, equivalentes a un crecimiento del 6% con respecto al 2011.

**Figura 46: Productividad Real en Extrusión**



**Fuente:** Archivo de Control de Producción.

Como se aprecia en los tres ejemplos anteriores, se aprecia un impacto positivo en los indicadores de producción debido al nuevo proceso de planificación acompañado con el acceso a mejor información en tiempo real.

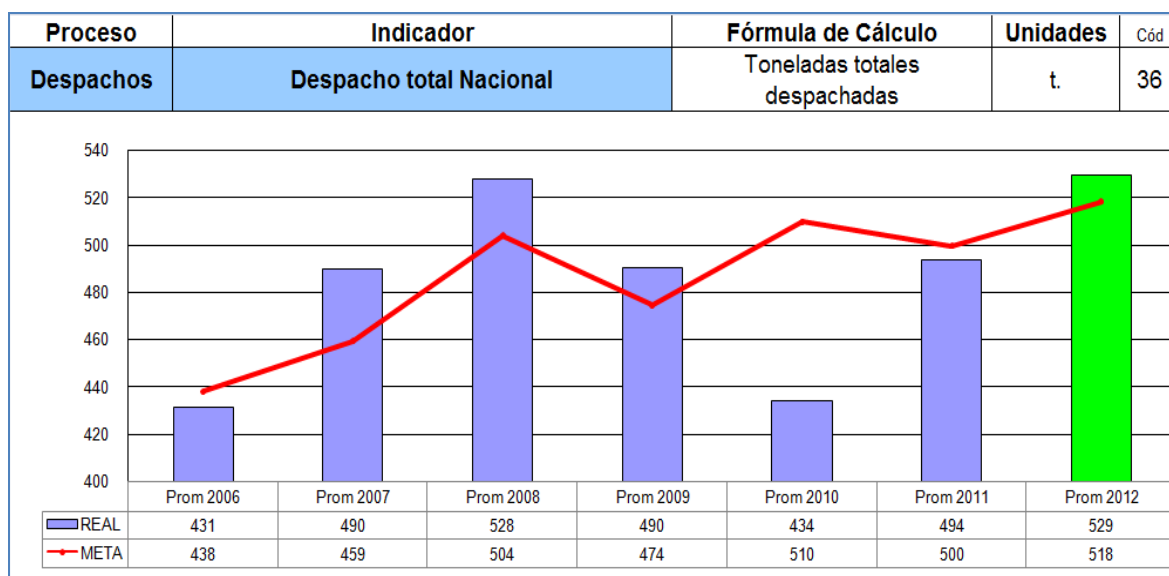
### 4.2.2 Indicadores en el Proceso Comercial

Al igual que en el proceso productivo, la organización lleva un sistema de gestión que permite evaluar el impacto del cambio del proceso de planificación empresarial en los indicadores del área comercial.

### 4.2.2.1 Despachos Nacionales

Al tener mayor producción, la cifra de volumen de despachos en toneladas también se incrementa. El indicador de despachos locales muestra un crecimiento del 7% cifra que se espera contribuya al crecimiento de las ventas nacionales.

**Figura 47: Despachos Nacionales**

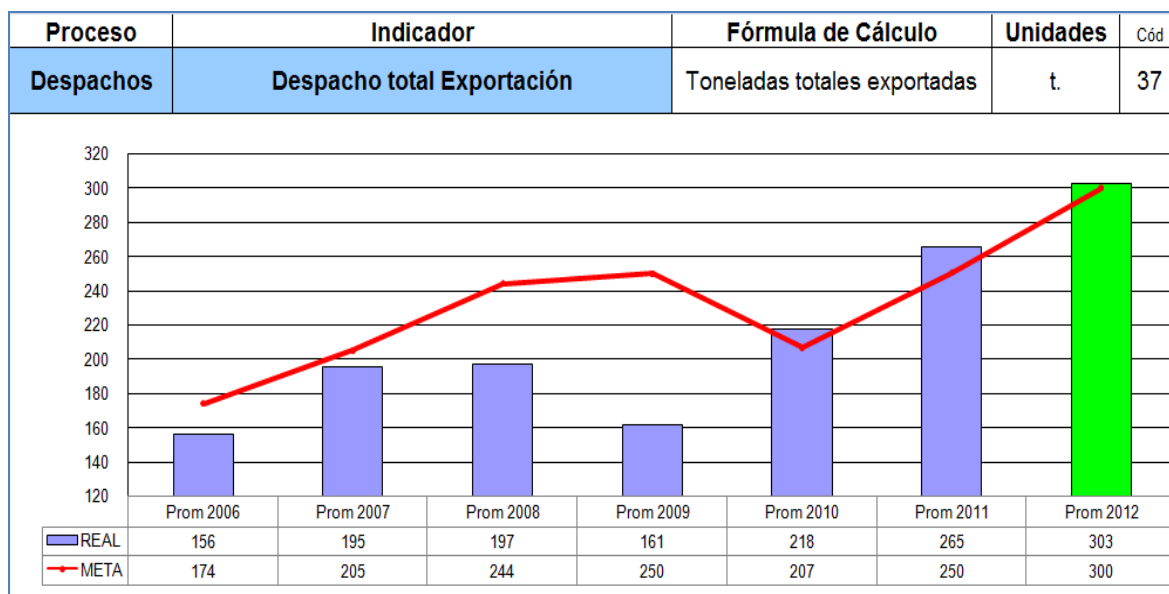


**Fuente:** Archivo de Control de Producción.

### 4.2.2.2 Despachos o Ventas de Exportación

Los despachos de exportación, están acompañados a la estrategia de crecimiento del Holding Corpesa; en la figura se muestra una cifra record en el crecimiento de las ventas de exportación equivalentes a un 14% con respecto al 2011, este crecimiento fue acompañado por un mejor nivel de servicio, mayor control en los despachos y mejor cumplimiento de pedidos gracias al nuevo esquema de planificación.

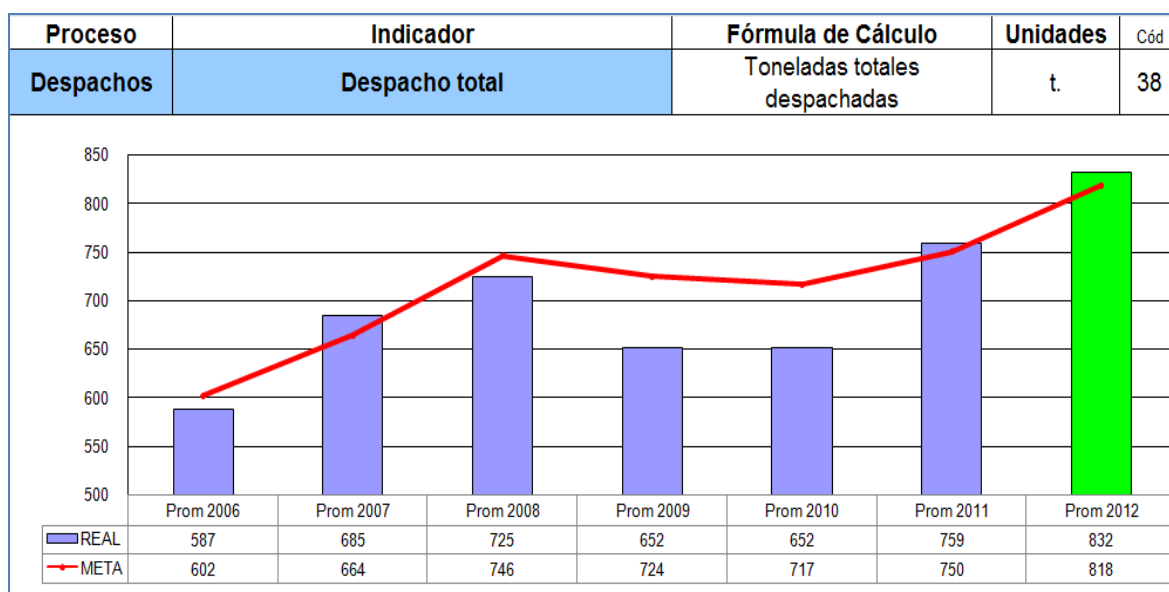
Figura 48: Despachos o Ventas de Exportación



Fuente: Archivo de Control de Producción.

#### 4.2.2.3 Despachos Totales

Figura 49: Despachos Totales



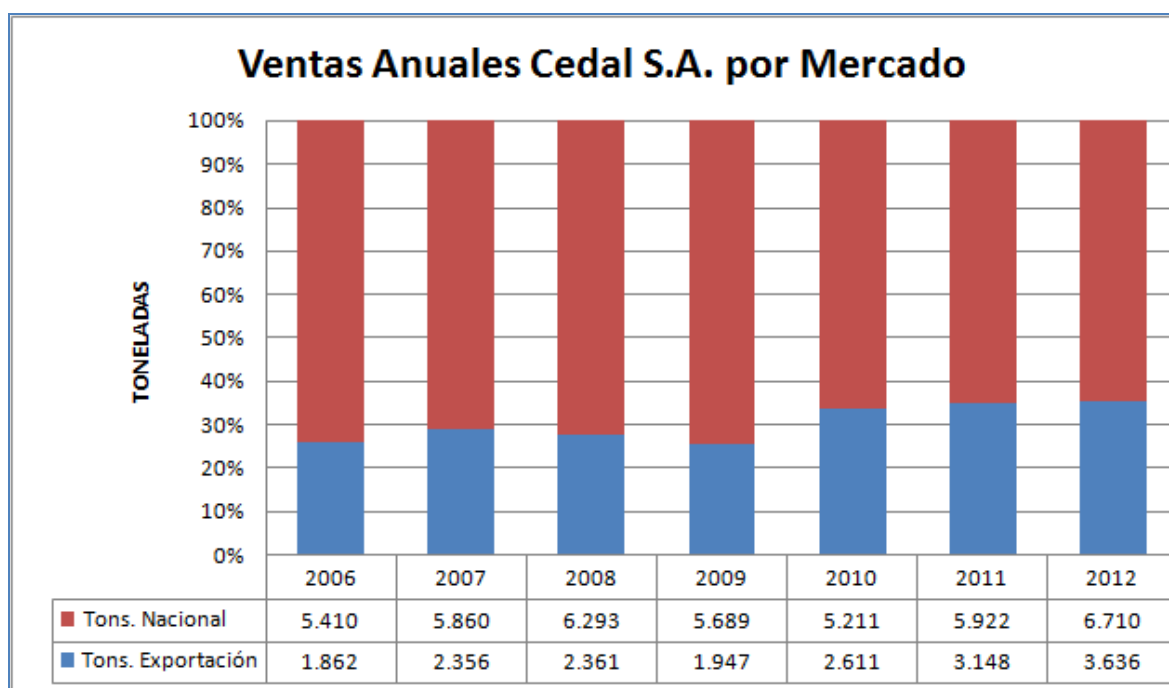
Fuente: Archivo de Control de Producción.

En el 2012 se alcanzó un promedio mensual de 832 toneladas, gracias al alto desempeño de la planta productiva, acompañada por el nuevo esquema de control y gestión de inventarios; esta cifra representa un incremento del 10% con respecto al 2011.

#### 4.2.2.4 Ventas en Toneladas

El volumen total de ventas en toneladas creció en un 14% con respecto al año anterior; superando por primera ocasión las diez mil toneladas anuales. A pesar de que la participación de exportaciones se mantiene en un 35% y presentó un crecimiento del 14%, la compañía recuperó también participación del mercado local ya que las ventas para el mercado nacional crecieron en un 13% con respecto al año anterior.

Figura 50: Ventas Anuales por Mercado

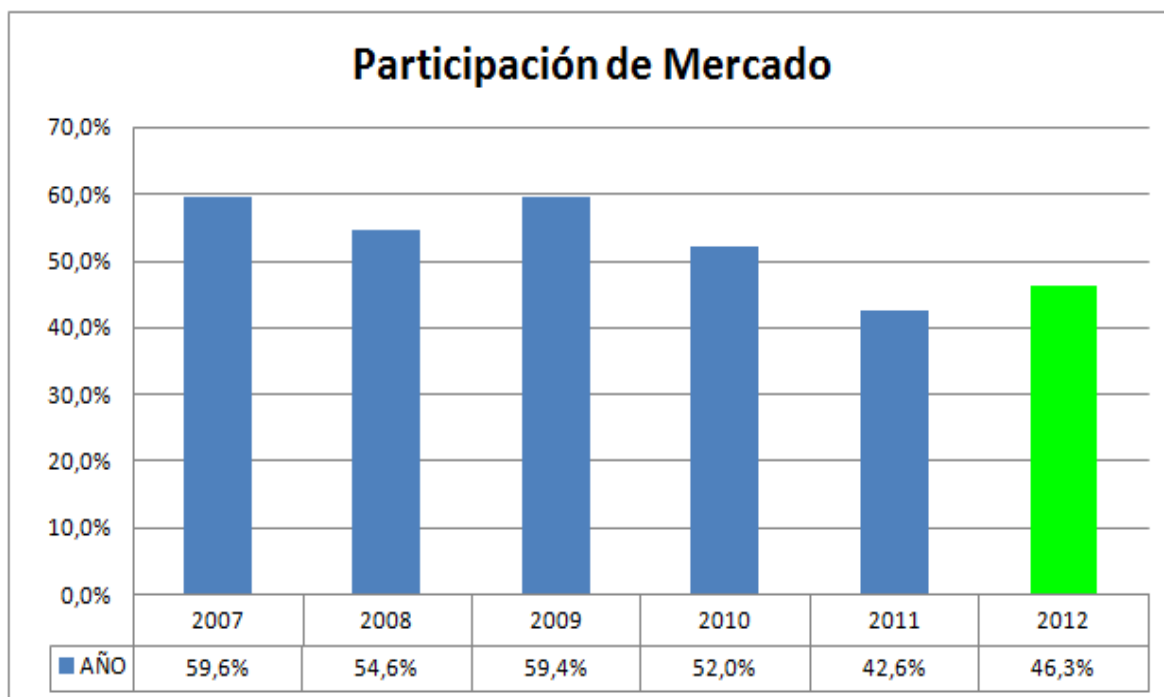


Fuente: Archivos Control de Producción.

#### 4.2.2.5 Participación del Mercado Local

Como se puede apreciar en la siguiente figura, Cedal perdió participación durante el 2010 y 2011. Durante el 2012 el mercado de la construcción creció en un 10% (BCE), no obstante el oportuno abastecimiento de material, permitió que las ventas locales crezcan en un 13%, por lo que se muestra una ligera recuperación de dos puntos porcentuales, en un mercado cada vez más competitivo.

Figura 51: Participación del Mercado Local

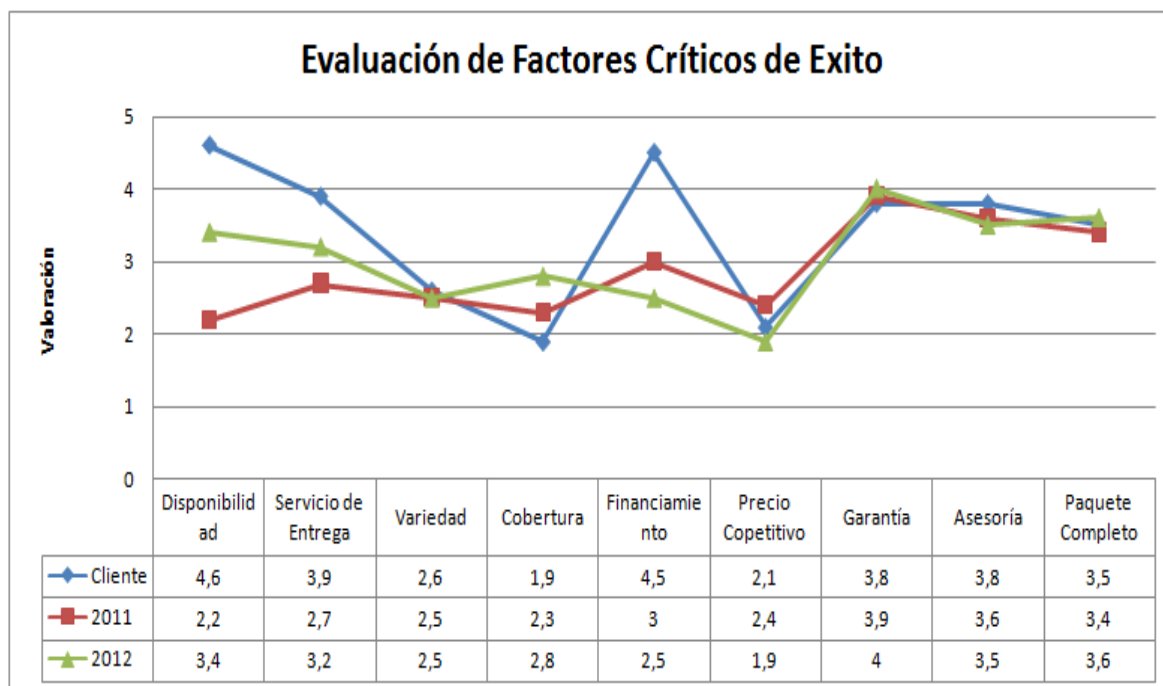


Fuente: Mercadeo Cedal.

#### 4.2.2.6 Satisfacción del Cliente

Cedal, en base a las encuestas realizadas, ha identificado los factores que el cliente valora, denominados como factores de éxito, en la siguiente figura se muestra la valoración que da el cliente distribuidor a dichos factores en los dos últimos años; así es que se observa que los factores más importantes son la disponibilidad y el financiamiento, entendiéndose por disponibilidad que el material se encuentre listo para la venta en el momento en que el cliente lo requiera. Muy relacionada con la disponibilidad se encuentra el servicio de entrega.

Figura 52: Evaluación de Factores críticos de Éxito



**Fuente:** Cedal, Departamento de Mercadeo, Febrero 2013.

En la figura anterior se aprecia que la disponibilidad del producto que es considerado el factor más importante a los ojos del cliente distribuidor, tiene una mejor percepción con respecto a la evaluación del 2011, sin embargo, aún hay mucha trabajo para alcanzar los niveles requeridos.

Si bien es cierto, todos los resultados son positivos en términos generales, en este último indicador no se alcanza los resultados ideales, por lo cual se torna necesario implementar indicadores de gestión de los inventarios que permitan un mejor seguimiento a la composición del mismo y ayuden a gestionar una mejor disponibilidad del material.

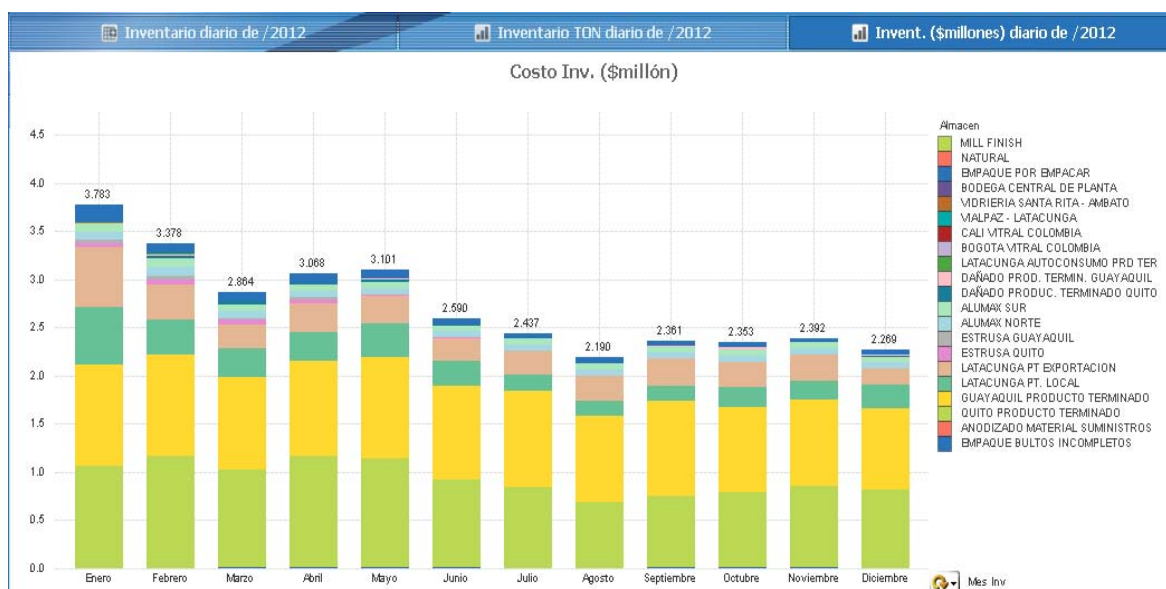
#### 4.2.3 Indicadores de Gestión de Inventarios

Los siguientes indicadores no han sido utilizados antes del 2012, debido a que con el anterior sistema y método de trabajo se dificultaba y demoraba la obtención de datos. La organización con el monitoreo diario de estos indicadores pretende controlar y mejorar la calidad del inventario.

### 4.2.3.1 Niveles Inventario de Producto Terminado

Mediante una interface del Sistema ERP a un programa de inteligencia de negocios, denominado Qlick View, se obtiene la información al día y en línea de los niveles de inventario de producto terminado, detallada en cada almacén de la organización. Esta información sirve para la toma de decisiones de los niveles y costos del inventario que la organización necesita.

**Figura 53: Inventario Valorado en Millones de dólares**



**Fuente:** Qlick View. Reporte de Información Gerencial.

Se observa en la última figura que el costo del inventario del producto terminado disminuye de 3.78 millones de dólares a 2.26 millones, este cambio representa una disminución de 1.5 millones de dólares en el inventario equivalente al 40% del valor registrado en enero 2012, lo cual beneficia al flujo de caja de la compañía.

En Cedal el cálculo del costo de los inventarios se lo realiza para cada uno de los artículos bajo la metodología del costo medio ponderado; la ecuación genérica del costo explicada en el capítulo anterior, es aplicada para cada artículo de la empresa. El cálculo se muestra en la siguiente figura.

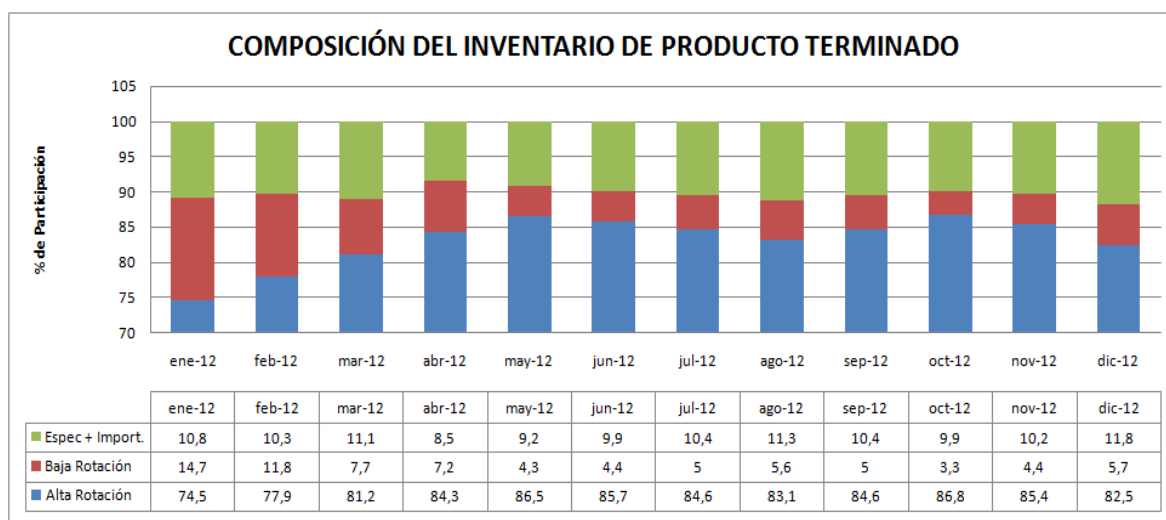
Figura 54: Cálculo del Costo de Inventario en Cedral Aluminio

CALCULO DEL COSTO DE INVENTARIO EN CEDRAL ALUMINIO												
<b>COSTO TOTAL</b>	=	Costo de Fabricación	+	Costo de Pedido	+	Costo de Almacenamiento o conservación	+	Costo por escasez o agotamiento de existencias				
<b>COSTO CEDAL</b>	=	Costo Metal	+	Costo Producción (Sin Metal)	+	Gastos de Fabricación	+	Recargo de Costo de Matricería	+	Recargo de Empaque, Transporte y Almacenamiento	+	No. Pz. Faltantes x Margen de Utilidad
<b>COSTO UNITARIO ARTICULO</b> A1823 04 640T501 Peso u. (2,73 kg)	=	6,55	+	2,16	+	1,11	+	0,13	+	0,09	+	0 x 2,13 = 10,04 USD
<b>Composición del Costo</b>		65,2%	+	21,5%	+	11,1%	+	1,3%	+	0,9%	+	0% = 100%

#### 4.2.3.2 Composición del Inventario

Como se explicó en el capítulo anterior, al realizar el análisis de la demanda de los 6.400 artículos de venta, se los clasificó en artículos de alta rotación y de baja rotación. En base a esta clasificación, se desarrolló un reporte que permite apreciar diariamente el inventario en cada almacén bajo esta clase. Para no distorsionar los datos en el reporte se creó una nueva clase en la que se agrupan los productos importados y los ítems que tengan activa una orden de venta, es decir que a pesar de ser de baja rotación, están a espera de ser facturados.

Figura 55: Composición del inventario de Producto terminado 2012



Fuente: Archivos de Control de Producción.

Como se puede observar la participación de los ítems de alta rotación se incrementó desde enero a diciembre del 2012, no obstante la organización debió deshacerse del material de baja rotación que no tenía probabilidad de ventas, este material fue fundido, ocasionando una pérdida en la valoración del inventario.

#### 4.2.4 Resumen de Resultados

Finalmente, a modo de resumen de los indicadores analizados, se presenta la siguiente tabla, en donde aprecia el nivel de variación con respecto al 2011.

**Tabla 19: Resumen de Resultados**

No.	Indicador	Unidad.	2011	2012	Variación %	OBSERVACIONES
1	Cambios de formato (matriz) por día	No.	77	68	-12%	Directamente relacionado con la mejora en Planificación de Producción, no se registran otros proyectos que influyan en el resultado.
2	Producción promedio neta con cada cambio de matriz	kg.	447	532	19%	A más de la aplicación del nuevo proceso planificación, se trabajó en mejora de diseños, analizando cada proveedor de matricería; adicionalmente el proceso de fundición realiza controles más continuos para asegurar la calidad de la materia prima aluminio.
3	Producción en Prensas	Toneladas	778	858	10%	
4	Costo de inventario de PT	USD	3,78	2,27	-40%	Directamente relacionado con la mejora en Planificación de Producción, se redujo el nivel del inventario, debido a que este estaba en armonía con las ventas y la demanda.
5	Participación de Inventario de Alta Rotación	%	74,5	82,5	11%	Directamente relacionado con la mejora en Planificación de Producción, un mejor control de las órdenes de fabricación y su oportuna distribución, ayudan a la organización a una entrega eficiente, reduciendo los niveles de obsolescencia.
6	Volumen de ventas	USD	9.070	10.346	14%	Existen parámetros externos a la organización que aportan a la mejora de este indicador, el crecimiento de la Población y el desarrollo del sector de la construcción.
7	Percepción del cliente sobre la disponibilidad del producto	Puntos (sobre cinco)	2,2	3,4	55%	Directamente relacionado con el nuevo proceso de Planificación; pero adicionalmente la mayor entrega de producción y despachos, influencia positivamente a este indicador.
8	Participación del mercado	%	42,6	46,3	9%	Se relaciona más con el incremento del volumen de ventas; sin embargo el nuevo proceso de planificación pudo aportar para que se alcance el objetivo planteado.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- El nuevo proceso de planificación de producción diseñado para Cedal, al cambiar de un sistema exclusivamente bajo pedido a un sistema de fabricación para stock basado en el análisis de la demanda histórica, alineó el inventario de la organización con la demanda durante el 2012, logrando una mejora en la percepción del cliente sobre la disponibilidad del producto y aportando al incremento del volumen de ventas acompañado con la recuperación en la participación del mercado.
- El análisis estadístico de las ventas de los últimos tres años permitió identificar los artículos de mayor rotación y calcular su stock de seguridad para cada centro de distribución; sin embargo el cálculo para garantizar el objetivo de abastecimiento y evitar el quiebre de inventario debe acompañarse con el criterio del área comercial y con las estrategias de crecimiento de la compañía.
- Se evidencia que con la aplicación del nuevo modelo de planificación de la producción, el costo de los inventarios durante el 2012 se ha reducido, debido a que el monitoreo diario de su volumen y composición permiten tomar decisiones gerenciales y operativas para alcanzar las metas planteadas.
- La aplicación del nuevo modelo de planificación de producción apoyado en herramientas tecnológicas como el ERP y el sistema de inteligencia empresarial Qlick View, ayudan a monitorear diariamente y en tiempo real la adecuada administración y gestión de inventarios en Cedal , convirtiéndose el manejo de la información en una ventaja competitiva.

- El nuevo proceso de planificación de Cedal, debido a su capacidad de brindar una visión global de los inventarios y un pronóstico a mediano y largo plazo, ha permitido disminuir el número de cambios de formato y mejorar los kilos por cada corrida de matricería en el proceso de extrusión, aportando al incremento de los volúmenes de producción y la disminución de tiempos muertos y costos de fabricación.
- La implementación de un sistema ERP no garantiza ni representa un beneficio si no se acompaña con un cambio planificado de los métodos de trabajo; la mejora de competitividad, integración y control se dan junto con el compromiso del equipo gerencial y la buena predisposición hacia el cambio de los usuarios.
- El sistema de gestión de Cedal, mediante el seguimiento de sus indicadores, permite concluir que el impacto de la aplicación del nuevo proceso de planificación y administración de inventarios aporta positivamente al buen desempeño de la compañía; se evidencia un progreso cuantificable en los indicadores relacionados. Cabe aclarar que no todo el crecimiento es atribuible al nuevo proceso de planificación, ya que la organización constantemente aplica proyectos de mejora y optimización.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- A más de los indicadores actuales de gestión de inventarios, se recomienda evaluar otros factores, como son: índices de rotación, obsolescencia y tiempos de entrega para pedidos puntuales. Con un profundo conocimiento del inventario y su comportamiento podrán plantearse nuevos proyectos de mejora.
- Se recomienda a la organización registrar el número de quiebres de inventario por producto y la cantidad de piezas que dejan de venderse por agotamiento de existencias; actualmente no se dispone un procedimiento o sistema de información que le permitan establecer este costo de oportunidad y tomar medidas correctivas puntuales para cada caso que se presente.
- El alcance del presente proyecto abarca únicamente a los centros de distribución Quito, Guayaquil, Bogotá y Cali, en donde se han alcanzado de buena manera las metas establecidas, sin embargo la organización no tiene injerencia sobre métodos de administración de inventario ni posee información sobre las ventas perdidas por falta de material en cada punto de venta autorizado. Es recomendable que Cedal estandarice conceptos y herramientas informáticas con los administradores de los almacenes de los puntos de venta autorizados.
- Para el caso de Cedal se recomienda realizar el análisis de la demanda y actualizar los listados de productos “*make to stock*” con una frecuencia trimestral, de esta manera se disminuye el riesgo de que productos obsoletos se continúen fabricando para inventario y que por otra parte se pierdan ventas en nuevos productos o nuevas tendencias en el mercado de la construcción. Adicionalmente se debe mantener una coordinación abierta entre el área productiva y comercial en donde la información pueda fluir en ambos sentidos.
- A más del análisis de la demanda, en donde se determina los ítems de mayor rotación, se recomienda realizar un análisis de la rentabilidad de los mismos para determinar estrategias de negocio que se enfoquen en reducir los costos y maximizar

la utilidad a través de una política de inventarios y adicionar políticas de mercadeo que impulsen la venta de los artículos de mayor rentabilidad.

- Se recomienda que el cálculo del stock de seguridad debe ajustarse al comportamiento y realidad individual de cada artículo; ya que, si bien es cierto, se tiene un tiempo promedio estimado de entrega, existen productos críticos y de baja productividad en la extrusión que presentan constantes dificultades en su extrusión. Para estos artículos, se recomienda ajustar a un mayor nivel de servicio y por ende un inventario objetivo más alto. El modelo desarrollado es un buen punto de partida, pero debe ser monitoreado y ajustado periódicamente a las condiciones dinámicas de la demanda y de la producción.
- Si bien el proceso de planificación de la producción es el adecuado, no basta solo con planear, este debe estar acompañado de un adecuado control que garantice su ejecución, de aquí que el diseño e implementación del proceso debe estar apoyado con políticas e indicadores alineados con los objetivos de la compañía y cuando amerite se debe establecer procedimientos documentados, manuales y registros que den el sustento para el correcto desempeño.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. ADELCA. (2012). *Gestión Integral*. <http://www.adelca.com/sitio/esp/respsoc>
2. ALCOA. (2012). Obtenida de <http://www.alcoa.com>.
3. ALUAR. *El Aluminio Producción*. Obtenida el 15 noviembre 2012, de [http://www.aluar.com.ar/es/aluminio.php?id\\_categoria=50](http://www.aluar.com.ar/es/aluminio.php?id_categoria=50)
4. ANDEC. *Gestión Ambiental en la Empresa ANDEC*. (2012). [http://www.andecs.com/portal/page?\\_pageid=162,550828&\\_dad=portal](http://www.andecs.com/portal/page?_pageid=162,550828&_dad=portal)
5. ARBOLEDA, F. *El Aluminio*. Obtenida el 1 de diciembre del 2012, de <http://fernandoyjose.wordpress.com/aluminio>
6. BANCO CENTRAL DE ECUADOR. (2012). *Análisis de las Cuentas nacionales trimestrales*. Boletín No. 77.
7. BANK WATCH RATING S.A. (2011). *Calificación de Riesgo de Cedal*.
8. BRISEÑO, H. (2006). *Indicadores Financieros*. México: Umbral Editorial S.A. Edición 2006.
9. BRITISH GEOLOGICAL SURVEY. *World Mineral Statistics*. Obtenida el 3 junio 2012, de <http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/commodity/world/home.html>
10. CEDAL. (2009). *Memoria institucional*. Latacunga, Cotopaxi.
11. CEDAL. (2011). *Manual de Calidad*.
12. CEDAL. (2012). *Quienes Somos*. [http://cedal.com.ec/quienes\\_somos.php](http://cedal.com.ec/quienes_somos.php)
13. CEDAL. *Catálogo de Perfilería*. [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012)
14. CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE ALUMINIO, CINTAL. *Proceso Productivo del Aluminio*. Obtenida el 18 de noviembre del 2012, de <http://www.cintal.com.ve/aluminio/proceso/index.php>
15. CHALCO. (2012). Obtenida de <http://www.chalco.com.cn>
16. CHOPRA, S. y MEINDL, P. (2007). *Supply Chain Management*. New Jersey: Prentice Hall.
17. CÓDIGO ORGÁNICO DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIO E INVERSIONES. (2010). *Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador, No. 351 (Suplemento)*, Diciembre 29, 2010.
18. CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA BAUXILUM. *Procesos Bauxita*. Obtenida el 15 noviembre 2012, de <http://www.bauxilum.com/es/procesos>

19. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE - COLOMBIA). (Abril 2012). *Boletín de prensa: Indicadores Económicos alrededor de la Construcción IV trimestre de 2011.*
20. DIARIO HOY. (10 de Octubre 2012). *La metalmecánica busca incrementar su visibilidad comercial en Ecuador.*
21. FISA. (2012). *Quiénes Somos.* <http://www.fisa.com.ec/pages/es/nosotros.html>
22. FLACSO – MIPRO. (2010). *Boletín Mensual de Análisis Sectorial de MIPYMES No. 5.* Quito
23. GAITHER, N. & FRAZIER, G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones.* México: International Tompson Editores. 8va. Edición.
24. HANKE, J. & WICHERN, D. (2006). *Pronósticos en los Negocios.* Texas: Prentice Hall.
25. HEIZER, J. & RENDER B. (2004). *Dirección de la Producción, decisiones Tácticas.* Texas: Prentice Hall.
26. HIDRO. (2012). Obtenida de <http://www.hydro.com>
27. HUFNAGEL, W. (1992). *Manual del Aluminio.* Barcelona: Editorial Reverté. 2da. Edición.
28. INDEXMUNDI. (2012). *Comodities data.* Obtenida de <http://www.indexmundi.com>
29. INTERNATIONAL ALUMINIUM INSTITUTE. (2012). *Primary Aluminium Annual Production.* <http://www.world-aluminium.org>
30. JARAMILLO, J. (2004). *Química.* Madrid: Editorial Mad. 1ra. Edición.
31. MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y ENERGIA ESPAÑA, MINER. (2011) *Guías Tecnológicas / Metalurgia del Aluminio.* 1ra. Edición.
32. MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD. Registro Oficial No. 424 de Abril 11 de 2011.
33. MINISTERIO DE LA COORDINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, EMPLEO Y COMPETITIVIDAD, MCPEC. (2012). *Estadísticas de la Producción.* <http://www.estadisticasdeproduccion.gob.ec>
34. MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, COMERCIO INTERNACIONAL Y CULTO. (2010). *Sector de la Industria del Aluminio y sus manufacturas.* Buenos Aires.
35. MUÑIZ, L. (2004). *ERP Guía Práctica para la Selección e Implantación.* España: Ediciones Gestión 2000. 1ra. Edición.
36. NOVACERO. (2012). *Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental.* Obtenida de <http://www.novacero.com/client/green.php?topm=-1&topm1=1>

37. PLUNKET, P. (2000). *Bauxite and alumina*. Estados Unidos: U.S. Geological survey minerals yearbook.
38. RENNER, M. (2012). *World Metals Production Surges*. Obtenida de <http://vitalsigns.worldwatch.org/vs-trend/world-metals-production-surges>
39. REVISTA EKOS NEGOCIOS. *El portal de Negocios del Ecuador. Los Rankings del Año*. Recuperado el 16 nov 2012 de <http://www.ekosnegocios.com/empresas>
40. RÍO TINTO. *About Río Tinto*. Obtenida el 16 Jun 2012 de <http://www.riotinto.com>
41. RUSAL. *Aluminium consumption by regions in 2012 and 2025*. Recuperado el 27 de agosto del 2012, de <http://www.rusal.ru/en/aluminium/consumers.aspx>
42. VITRAL. (Enero 2013). *Catálogo de Productos V09*.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

**Proceso de Fundición.**  
**Horno de Fundición Cedral S.A**



**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

**Proceso de Fundición.**  
**Marcado de Lingotes de Aluminio Cedral S.A**



**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

**Proceso de Matricería.**

**Preparación de Matrices.**



**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

**Proceso de Extrusión.**

**Mesas de Extrusión**



**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

**Proceso de Anodizado.**

**Carga de Perfiles.**



**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

**Proceso de Pintura.**

**Cabina de Pintura Electrostática.**

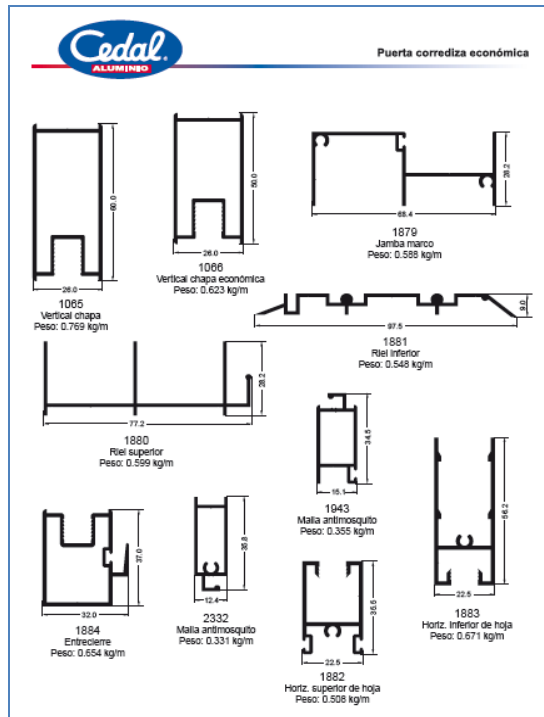
**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

**Proceso de Empaque Cedal S.A.****Mesas de Empaque.**

**Fuente:** [http://cedal.com.ec/produccion\\_cedal.php](http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php).

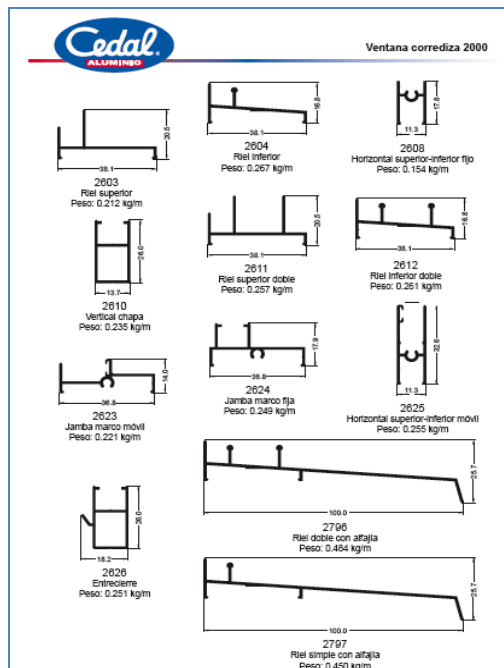
## ANEXO 2 PRODUCTOS CEDAL

### Puerta Corrediza.



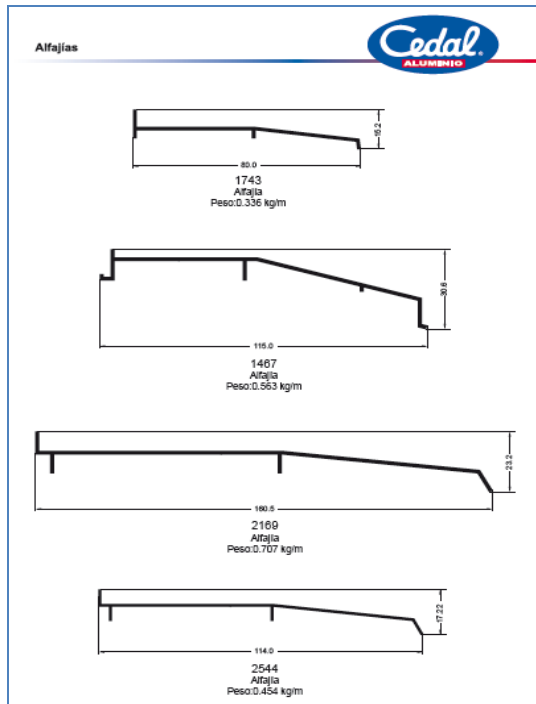
Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilería, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

### Ventana Corrediza



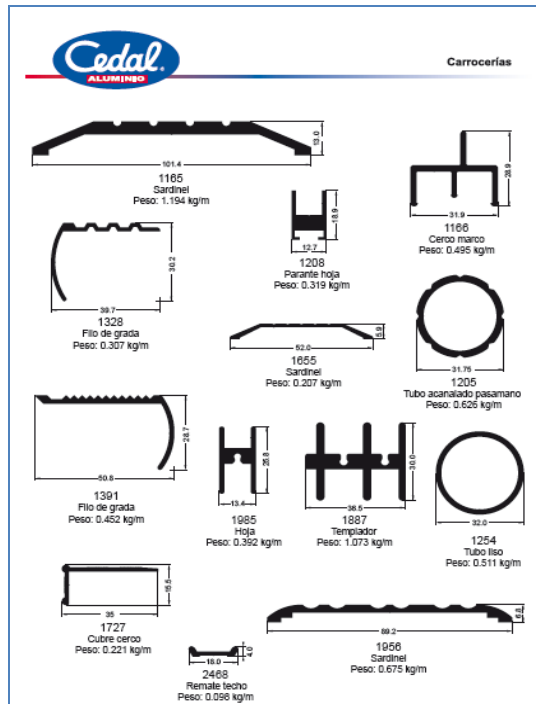
Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilería, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

Alfajías



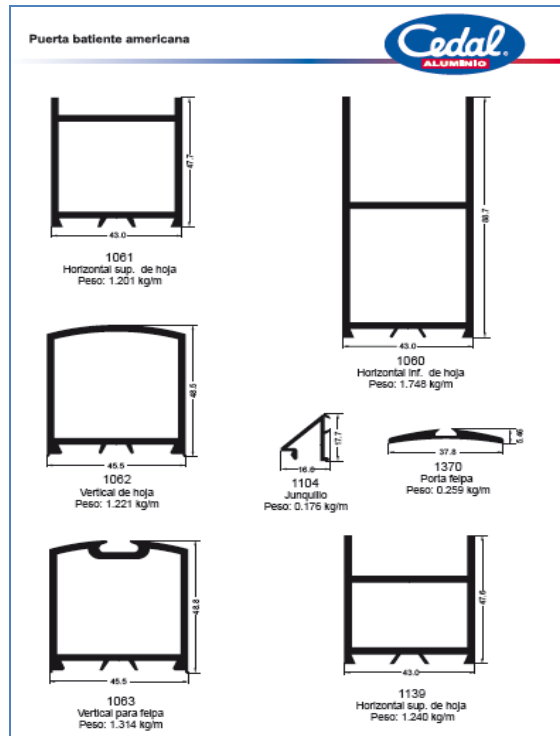
Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilería, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

Carrocerías



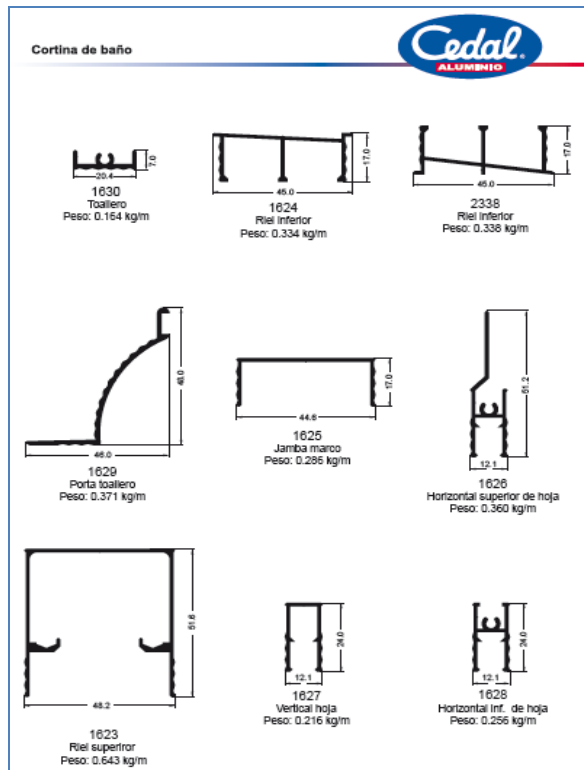
Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilería, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

**Puerta Batiente**



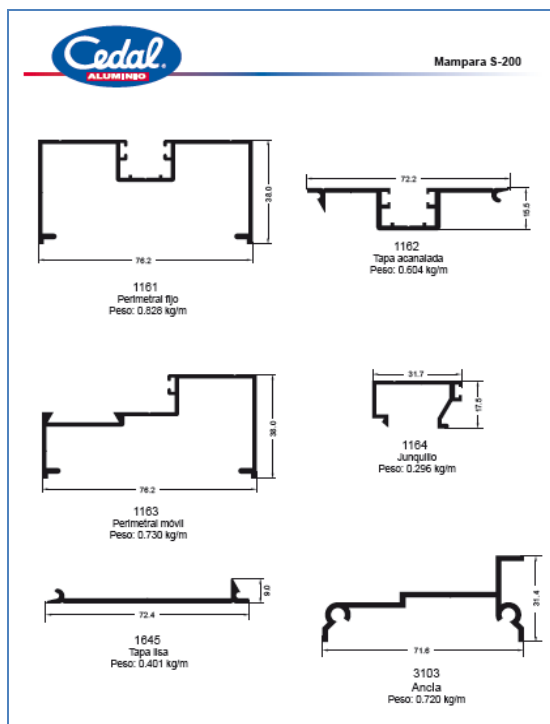
Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilera, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

**Cortina de Baño**



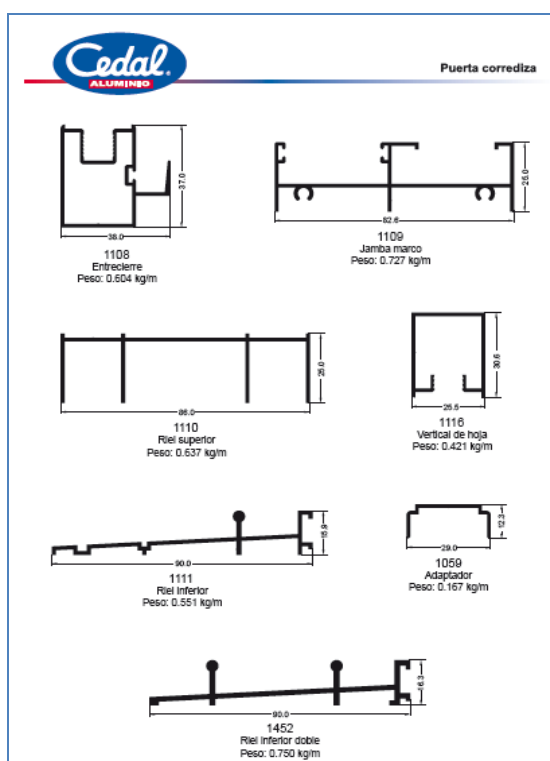
Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilera, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

## Mampara



Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilaría, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

## Puerta Corrediza



Fuente: CEDAL, Catálogo de Perfilaría, [http://cedal.com.ec/pdf/cedal\\_ref.jpg](http://cedal.com.ec/pdf/cedal_ref.jpg) (25 jun 2012).

**Ventanas corrediza y proyectable**

Fuente: Vitral, Catálogo de Productos V09, Enero 2012.

**Puertas batiente y corrediza**

Fuente: Vitral, Catálogo de Productos V09, Enero 2012.

**Cortinas de baño**

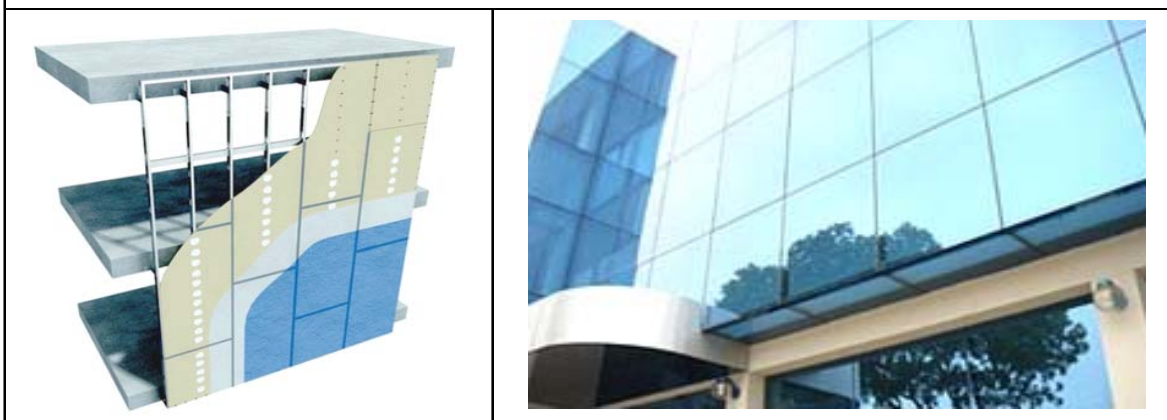
**Fuente:** Vitral, Catálogo de Productos V09, Enero 2012.

**Divisiones de interiores y Mamparas**

**Fuente:** Vitral, Catálogo de Productos V09, Enero 2012.

### Fachadas Flotantes

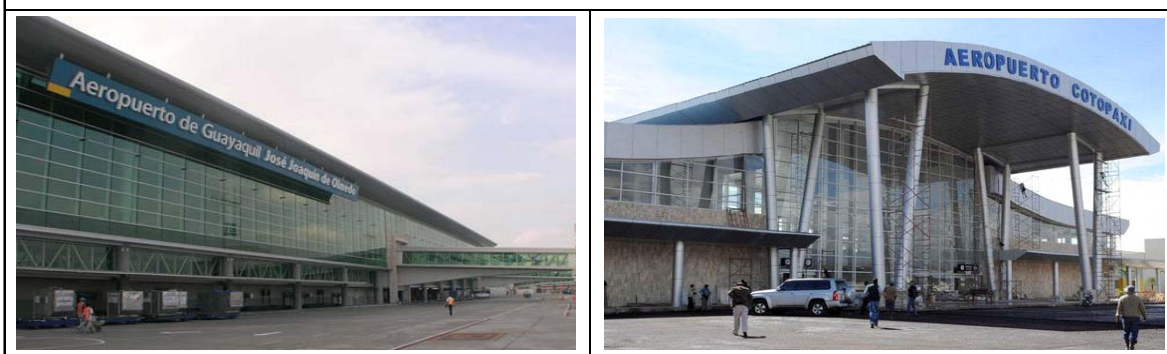
#### FACHADA FLOTANTE



Fuente: Vitral, Catálogo de Productos V09, Enero 2012.

### Piel de Vidrio

#### PIEL DE VIDRIO



Fuente: Estrusa, Estrusa Proyectos, <http://www.estrusa.com.ec/proyectos.html>, 18 Jul 2012.

### Estructuras de Aluminio

#### ESTRUCTURAS DE ALUMINIO



Fuente: Estrusa, Estrusa Proyectos, <http://www.estrusa.com.ec/proyectos.html>, 18 Jul 2012.

### Aplicaciones Industriales

#### APLICACIONES INDUSTRIALES



Fuente: Vitral, Catálogo de Productos V09, Enero 2012.

## ANEXO 3

## CALCULO DEL COSTO PROMEDIO PONDERADO PARA CEDAL

El costo promedio ponderado WAACC, por sus siglas en inglés consta de dos partes; en la primera parte se calcula la porción de los activos financiados por los acreedores y en la segunda el pago por el capital de los accionistas o dividendos. La fórmula de cálculo está dada por:

$$WACC = \left( \frac{PCC}{(PCC + C)} \right) (\text{Costo financiero})(1 - t) + \left( \frac{C}{(PCC + C)} \right) (\text{Rendimiento esperado})$$

Donde:

PCC = Pasivo con costo

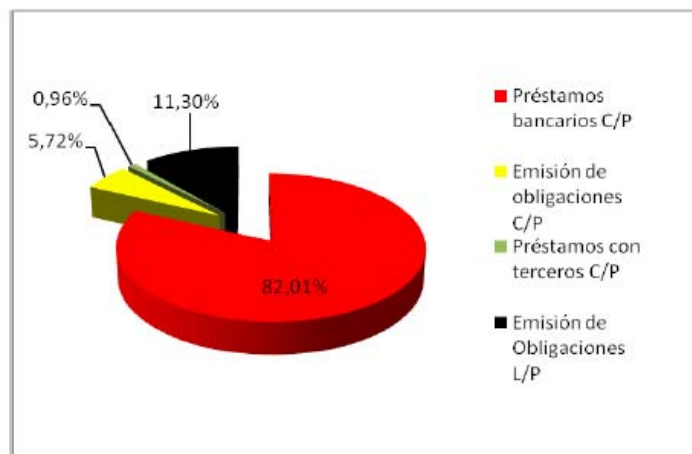
C = Capital

t = Tasa impositiva

(Briseño, 2006, p. 17).

Como primer paso se calcula la tasa impositiva (t) del capital financiado por los acreedores, para Cedal, la composición de la deuda se explica en el siguiente gráfico:

Composición de la deuda con costo al cierre del 2011



Fuente: CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL / Elaboración: Class International Rating

Al realizar el cálculo ponderando el porcentaje de la deuda con cada una de las tasas de interés promedio durante el período analizado, se tiene una tasa impositiva de 8.915:

<b>FUENTES DE FINANCIAMIENTO CON TERCEROS</b>	<b>Porcent. Deuda</b>	<b>tasa</b>
PRESTAMOS BANCARIOS CORTO PLAZO	82,0%	9,18%
EMISIÓN DE OBLIGACIONES CORTO PLAZO	5,72%	7,00%
PRESTAMOS CON TERCEROS CORTO PLAZO	0,96%	7,88%
EMISIÓN DE OBLIGACIONES LARGO PLAZO	11,30%	8,00%
<b>TOTALES</b>	<b>100,0%</b>	<b>8,91%</b>

El segundo paso es consultar el rendimiento esperado por el capital aportado por los accionistas de Cedal; el retorno sobre el patrimonio (ROE) promedio para la compañía está en 12.17% en el período analizado, por lo que se tomar este valor para realizar el cálculo.

Para finalizar se debe obtener los valores del pasivo con costo (PCC) y del capital (C), utilizados para el financiamiento de la empresa; también se puede llegar al resultado conociendo la estructura del financiamiento. Para Cedal los pasivos totales se encuentran financiando a los activos de la compañía en 45,48%, siendo los pasivos corrientes y dentro de estos los préstamos con instituciones financieras, los que lo hacen en mayor proporción; en otras palabras, los activos de la compañía al inicio del 2012, se hallan financiados en un 54,52% por patrimonio, y específicamente en 8,69% por su capital social.

<b>ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO</b>		
<b>FUENTES DE FINANCIAMIENTO CEDAL</b>	<b>%</b>	<b>tasa</b>
FINANCIAMIENTO CON TERCEROS	45,48%	8,91%
FINANCIAMIENTO CON CAPITAL DE ACCIONISTAS	54,52%	12,17%
<b>COSTO PROMEDIO PONDERADO DEL CAPITAL (WAAC)</b>	<b>100,0%</b>	<b>10,69%</b>

Por lo tanto el WAAC para Cedal es el 10.69%. Este valor se utiliza en el presente trabajo para calcular el costo financiero de incrementar el inventario en la organización.

**ANEXO 4**  
**PROPUESTAS PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO EN**  
**CEDAL**

En las siguientes tablas se describen y evalúan las oportunidades de mejora encontradas.

**OPORTUNIDAD No. 1 INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN ANODIZADO**

PROCESO	ANODIZADO	CÓDIGO	001	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>				
Actualmente su limitada capacidad de la línea de Anodizado lo ha convertido en el cuello de botella de la planta. El espacio físico es una limitante para su crecimiento por lo que no es viable incrementar la capacidad mediante el aumento de tinas de anodizado.				
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>				
Investigar sobre el uso de nuevos productos químicos que reduzcan los tiempos de fabricación (enjuague y decapado), brindando una mejora en el volumen de producción sin aumentar tinas; por otra parte al aplicarlos mejoran la uniformidad de los tonos, mejorando el índice de calidad y permitiendo entregar más volumen de material.				
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL
	COSTOSA	CORTO	FUERTE	
	1	3	3	<b>7</b>

## OPORTUNIDAD No. 2 INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN PINTURA

PROCESO	PINTURA			CÓDIGO	002
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					
A pesar de su enorme crecimiento, existe una demanda insatisfecha. La competencia ha aprovechado esta limitante en las entregas, dando como resultado una pérdida en la participación del mercado. La planta opera al máximo de su capacidad durante tres turnos, con tres grupos de trabajo.					
ALTERNATIVA PARA LA MEJORA					
Adquirir una nueva planta de pintura o repotenciar el equipo existente para entregar más producción.					
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL	
	COSTOSA	LARGO	MEDIANO	4	
	1	1	2		

## OPORTUNIDAD No. 3 ENTREGAR OPORTUNAMENTE ORDENES DE PRODUCCIÓN

PROCESO	ANODIZADO			CÓDIGO	003
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					
El proceso de adjudicación y entrega de órdenes de fabricación para la línea de anodizado, es lento y poco confiable. En ocasiones anodizado ha debido para hasta que se entreguen las órdenes impresas, el personal depende de un documento físico.					
ALTERNATIVA PARA LA MEJORA					
Desarrollar un programa que asegure la pronta entrega de órdenes de fabricación y que mantenga la información en línea y disponible a cualquier momento. Adicionalmente permita manejar el concepto de ubicaciones y bodegas virtuales para acceder de manea más ágil al material.					
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL	
	MEDIA	CORTO	FUERTE	8	
	2	3	3		

#### OPORTUNIDAD No. 4 EMPODERAR AL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN

PROCESO	PLANIFICACIÓN	CÓDIGO	004	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>				
La planta de producción depende de la colocación de pedidos "en firme" para poder fabricar; en ocasiones funciona de manera ineficiente por no contar con la información de pedidos de manera oportuna. Produce en lotes muy pequeños, debido a que la planificación es de corto plazo (semanal).				
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>				
Cambiar el modelo de planificación de producción, analizando estadísticamente la demanda de productos, permitiendo de esta manera planificar a un plazo mayor y optimizar el uso de recursos. Este proceso deberá apoyarse en nuevas herramientas informáticas. (ERP)				
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL
	COSTOSA	MEDIANO	FUERTE	6
	1	2	3	

#### OPORTUNIDAD No. 5 ELIMINAR ERRORES POR DIGITACIÓN DE PEDIDOS

PROCESO	VENTAS	CÓDIGO	005	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>				
Planta fabrica tubos y perfiles que ventas no requiere y no vende, creando obsoletos que al final del año son fundidos. Debido a los procesos manuales de creación de pedidos, subida de pedidos al SIP, adjudicación y por la enorme cantidad de artículos, existen errores humanos que se reflejan en producciones innecesarias.				
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>				
Desarrollar un programa que controles los errores de digitación o a su vez adquirir un software que maneje y administre niveles de seguridad apropiados para la organización (ERP), disminuyendo el nivel de obsoletos.				
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL
	COSTOSA	MEDIANO	FUERTE	6
	1	2	3	

**OPORTUNIDAD No. 6 IMPLEMENTAR UN CONTROL DE DESPACHOS  
MEDIANTE EL USO DE CODIGO DE BARRAS**

<b>PROCESO</b>	<b>DESPACHOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>006</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>				
En el proceso de carga de camiones y contenedores, no existe un control sobre el material cargado; por error se envían paquetes a un destino que no corresponde; este material posteriormente se transforma en un obsoleto, crea una distorsión en los inventarios y no llega en el tiempo requerido al cliente final.				
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>				
Adquirir un sistema de código de barras o superior, que permita controlar los despachos y evite los errores humanos de digitación y carga errónea. Adicionalmente permitirá tener un control más seguro sobre los inventarios, permitiendo tomar decisiones oportunas sobre la planificación de producción y ventas.				
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>MONTO INVERSIÓN</b>	<b>TIEMPO EJECUCIÓN</b>	<b>IMPACTO EN EL RESULTADO</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>BAJA</b>	<b>CORTO</b>	<b>MEDIANO</b>	<b>8</b>
	3	3	2	

**OPORTUNIDAD No. 7 AUMENTAR EL INVENTARIO EN LAS REFERENCIAS DE MAYOR VENTA PARA MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO Y DISPONIBILIDAD**

PROCESO	PLANIFICACIÓN / VENTAS	CÓDIGO	007	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>				
El nivel de satisfacción del cliente, con respecto a la disponibilidad actual de material es demasiado bajo (2,2 sobre una escala de 5), ocasionando malestar y continuas quejas.				
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>				
Realizar un análisis técnico de la demanda e importar el stock necesario de tubos y perfiles para atender de mejor manera el mercado, hasta que planta pueda fabricar material y la empresa pueda equilibrar las existencias con la demanda.				
<b>EVALUACIÓN</b>	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL
	COSTOSA	CORTO	FUERTE	<b>7</b>
	1	3	3	

**OPORTUNIDAD No. 8 MEJORAR EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO EN LA PLANTA INDUSTRIAL CEDAL**

PROCESO	DESPACHOS	CÓDIGO	008	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>				
El espacio destinado al producto terminado de la planta Latacunga, es insuficiente; existe congestión de material, desorden, el ambiente de trabajo no es seguro y existe confusión y tiempos perdidos debido a la falta de un criterio de organización.				
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>				
Dotar a la planta de una bodega de mayor capacidad, en donde se pueda ubicar el material bajo criterios de destino, referencia y acabado. De esta manera se disminuirán los errores de los despachos.				
<b>EVALUACIÓN</b>	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL
	MEDIA	CORTO	FUERTE	<b>8</b>
	2	3	3	

**OPORTUNIDAD No. 9 CREAR SINERGIA ENTRE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN Y LOCALES AUTORIZADOS PROPIOS DE LA EMPRESA**

PROCESO	VENTAS			CÓDIGO	009
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>					
El crecimiento de ventas se encuentra limitado por la asignación de cupos, de cierta manera los centros de ventas Quito y Duran son administrados y evaluados como competidores directos, administración que ocasiona pérdidas en oportunidades de negocio para la Organización.					
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>					
Cambiar el método de administración de cupos y asignación y reserva de material, hacia un sistema en donde el producto terminado de toda la organización se muestre disponible para la venta; esto se lograría con la implementación de un sistema informático ERP.					
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL	
	MEDIA	MEDIANO	FUERTE	7	
	2	2	3		

**OPORTUNIDAD No. 10 MEJORAR EL TIEMPO DE ENTREGA MEDIANTE EL SEGUIMIENTO ADECUADO DE PEDIDOS PUNTUALES Y PRIORIDADES**

PROCESO	PLANIFICACIÓN			CÓDIGO	010
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>					
El Proceso de planificación de producción está enfocado hacia el cumplimiento del volumen de producción y al aumento la productividad en planta, descuidando en gran medida el cumplimiento de pedidos, teniéndose pedidos de más de 60 días de retraso.					
<b>ALTERNATIVA PARA LA MEJORA</b>					
Cambiar el método de planificación de producción, en donde se pueda diferenciar, priorizar y realizar el seguimiento de los pedidos especiales, de aquellos que son de alta rotación. Se requiere desarrollar o implementar programas que ayuden a este seguimiento.					
EVALUACIÓN	MONTO INVERSIÓN	TIEMPO EJECUCIÓN	IMPACTO EN EL RESULTADO	TOTAL	
	MEDIA	CORTO	FUERTE	8	
	2	3	3		

## ANEXO 5

### REPORTE DE DESPACHOS

#### Reporte de despachos Enero 2012

FECHA	QUITO				GUAYAQUIL			BOGOTA	CALI	TOTAL
	1	2	C. PAIS	TOTAL	1	2	TOTAL	TOTAL	TOTAL	
02-ene				0			0	0	0	0
03-ene				0			0	0	0	0
04-ene			5.587	5.587			0	0	0	5.587
05-ene	14.472	16.406	836	31.714			0	0	0	31.714
06-ene	10.070			10.070	12.667	12.152	24.819	27.302	0	62.190
07-ene				0	14.579	12.189	26.768	0	26.418	53.185
08-ene				0			0	0	0	0
<b>TOT SEM</b>	<b>24.541</b>	<b>16.406</b>	<b>6.423</b>	<b>47.371</b>	<b>27.246</b>	<b>24.340</b>	<b>51.586</b>	<b>27.302</b>	<b>26.418</b>	<b>152.677</b>
09-ene	10.042	10.181		20.223	10.084		10.084	0	0	30.307
10-ene	6.248			6.248			0	0	0	6.248
11-ene	9.812			9.812			0	26.264	0	36.075
12-ene	10.177		400	10.577	13.395		13.395	27.361	0	51.333
13-ene				0	12.219		12.219	26.401	26.256	64.876
14-ene	14.525		1.102	15.627			0	0	0	15.627
15-ene				0			0	0	0	0
<b>TOT SEM</b>	<b>50.804</b>	<b>10.181</b>	<b>1.502</b>	<b>62.487</b>	<b>35.698</b>	<b>0</b>	<b>35.698</b>	<b>80.026</b>	<b>26.256</b>	<b>204.467</b>
16-ene	10.195	6.134		16.329	12.435		12.435	26.347	0	55.111
17-ene	10.442			10.442	12.973		12.973	26.257	0	49.672
18-ene	12.808			12.808	12.131		12.131	0	26.030	50.968
19-ene	5.979	10.225	211	16.415	12.845		12.845	22.632	0	51.892
20-ene	13.257	10.127	3.353	26.737	12.944		12.944	0	0	39.681
21-ene	6.259	10.192	264	16.715	12.079		12.079	0	0	28.794
22-ene				0			0	0	0	0
<b>TOT SEM</b>	<b>58.939</b>	<b>36.678</b>	<b>3.829</b>	<b>99.445</b>	<b>75.407</b>	<b>0</b>	<b>75.407</b>	<b>75.236</b>	<b>26.030</b>	<b>276.117</b>
23-ene	14.986	10.288		25.274	12.495		12.495	0	0	37.770
24-ene	9.859		1.826	11.685	13.445		13.445	0	0	25.130
25-ene	6.192			6.192	12.330		12.330	0	23.597	42.119
26-ene	14.655			14.655	11.933		11.933	25.337	0	51.925
27-ene	10.280			10.280	12.661		12.661	0	0	22.941
28-ene	10.351	6.356		16.707	12.076		12.076	0	0	28.783
29-ene				0			0	0	0	0
<b>TOT SEM</b>	<b>66.324</b>	<b>16.644</b>	<b>1.826</b>	<b>84.794</b>	<b>74.940</b>	<b>0</b>	<b>74.940</b>	<b>25.337</b>	<b>23.597</b>	<b>208.668</b>
30-ene	14.391			14.391	12.318		12.318	0	0	26.709
31-ene	10.828	10.211	2.867	23.906	11.565		11.565	0	0	35.471
01-feb	14.414			14.414			0	25.466	0	39.879
02-feb				0			0	0	0	0
03-feb				0			0	0	0	0
04-feb				0			0	0	0	0
05-feb				0			0	0	0	0
<b>TOT SEM</b>	<b>39.633</b>	<b>10.211</b>	<b>2.867</b>	<b>52.711</b>	<b>23.883</b>	<b>0</b>	<b>23.883</b>	<b>25.466</b>	<b>0</b>	<b>102.059</b>
<b>TOTAL POR SEMANAS</b>				<b>346.807</b>			<b>261.514</b>	<b>233.366</b>	<b>102.300</b>	<b>943.988</b>
<b>TOTAL MES CALENDARIO</b>				<b>332.394</b>			<b>261.514</b>	<b>207.901</b>	<b>102.300</b>	<b>904.109</b>
<b>PRESUPUESTO MES</b>				<b>320.600</b>			<b>269.000</b>	<b>200.000</b>	<b>100.000</b>	<b>889.600</b>
<b>DIFERENCIA</b>				<b>-11.794</b>			<b>7.486</b>	<b>-7.901</b>	<b>-2.300</b>	<b>-14.509</b>
<b>% CUMPLIMIENTO</b>				<b>103,7%</b>			<b>97,2%</b>	<b>104,0%</b>	<b>102,3%</b>	<b>101,6%</b>

Fuente: Cedral, Archivos Control de Producción, enero 2012.

ANEXO 6

ANÁLISIS DE ROTACIÓN CEDAL

Análisis de Rotación Centro de Ventas Guayaquil

Centro de Venta GYE		<p><b>Nota: Para que una referencia sea parte del make to stock se deben cumplir las siguientes condiciones:</b></p> <p><b>1. Frecuencia: Que presenten ventas en nueve de los doce meses .</b></p> <p><b>2. No Obsolescencia: Que haya presentado ventas en al menos dos de los cuatro últimos meses .</b></p>												<p>Que presenten ventas en nueve de los doce meses</p>		<p>Que haya presentado o ventas en al menos dos de los cuatro últimos meses</p>		<p>Si se cumplen las condiciones 1 y 2</p>		<p>DEMANDA SEMANAL</p>		
Familia Artículos		ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11									
ARTICULO / VENTA kg.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Conteo 1 Ventas 12 MESES	Conteo 2 Ventas 4 MESES	Condición 1 Frecuencia	Condición 2 Obsolescencia	¿ES PARTE DEL MAKE TO STOCK ?	KG	fc	PIEZAS	
A1823 04 640T501	JAMBA MARCO ESTANDAR	3.683	3.040	2.934	3.413	3.503	3.602	2.707	3.176	2.612	3.067	2.735	5.832	12	4	1	1	SI	860	2,7	316	
A2648 12 640T501	TUBO ESTRIADO DE 3/4"	3.047	2.872	2.763	4.316	2.701	4.120	1.801	5.537	1.825	4.935	1.768	3.590	12	4	1	1	SI	932	0,8	1.175	
A3421 04 640T501	ENTRECIERRE						1	1		4			15	4	2	0	1	NO	-	1,5	0	

Fuente: Base de Datos de Ventas Cedral 2011.

Análisis de Rotación Centro de Ventas Quito

Descripción Familia Artículos		<p><b>Nota: Para que una referencia sea parte del make to stock se deben cumplir las siguientes condiciones:</b></p> <p><b>1. Frecuencia: Que presenten ventas en nueve de los doce meses</b></p> <p><b>2. No Obsolescencia: Que haya presentado ventas en al menos dos de los cuatro últimos meses</b></p>												<p>Que presenten ventas en nueve de los doce meses</p>		<p>Que haya presentado o ventas en al menos dos de los cuatro últimos meses</p>		<p>Si se cumplen las condiciones 1 y 2</p>		<p>DEMANDA SEMANAL</p>		
Centro de Venta UIO		ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11									
ARTICULO / VENTA kg.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Conteo 1 Ventas 12 MESES	Conteo 2 Ventas 4 MESES	Condición 1 Frecuencia	Condición 2 Obsolescencia	¿ES PARTE DEL MAKE TO STOCK ?	KG	fc	PIEZAS	
A1823 04 640T501	JAMBA MARCO ESTANDAR	1.734	1.385	1.636	2.290	2.356	3.332	1.829	1.718	1.840	1.306	1.870	1.750	12	4	1	1	SI	411	2,7	151	
A2648 12 640T501	TUBO ESTRIADO DE 3/4"	1.495	1.537	1.382	1.298	1.695	1.432	1.220	2.079	2.333	1.606	2.060	2.909	12	4	1	1	SI	548	0,8	691	
A1747 04 640T501	U DE 1/2 X 1/2 ECONOMICA	37	174	37	698	73	711	473	141	445	209	212	130	12	4	1	1	SI	46	0,7	62	
A3421 04 640T501	ENTRECIERRE	-	-	-	-	-	24	-	30	80	83	3	-	7	3	0	1	NO	-	1,5	0	

Fuente: Base de Datos de Ventas Cedral 2011.

**ANEXO 7**

**MARCO TEÓRICO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA**

**Pronósticos y Series de Tiempo**

Una serie de tiempo consiste en datos que se recopilan, registran u observan a lo largo de incrementos sucesivos de tiempo, (Hanke, p. 58). Está conformada por varios patrones; en la tabla siguiente, se explican los componentes de una serie de tiempo que deben ser analizados.

**Componentes de una Serie de Tiempo**

DESCRIPCIÓN		Gráfico de Serie de tiempo
<p>Se encuentran trazados seis años de datos históricos de ventas. Un factor importante que influye en la selección de una técnica de pronóstico es identificar y entender los patrones históricos de datos. Si se pueden reconocer patrones, podrán seleccionarse técnicas capaces de proyectarlos de una manera eficaz (Hanke y Wichern, 75)</p>		
Patron de datos	Descripción	Gráfico de Componentes de la serie de tiempo
Tendencia	<p>Los valores aumentan o disminuyen en un período largo. La tendencia es el componente que representa el crecimiento o decrecimiento ; se puede diferenciar entre la tendencia lineal y no lineal.</p>	
Cíclico	<p>Los datos presentan aumentos y caídas, es un patrón de datos que puede tomar varios años antes de que se repita.</p>	
Estacional	<p>Los datos se ven influenciados por factores temporales, este se repite año tras año.</p>	
Fluctuación aleatoria o ruido	<p>Los datos fluctúan alrededor de un nivel medio y tienen una causa no explicada</p>	

**Fuente:** Realizado por el autor, resumido de Gaither y Frazier, Administración de Producción y Operaciones.

Cabe señalar que una serie de datos puede ser también estacionaria, en este caso el valor medio no cambia en el transcurso del tiempo; esto sucede cuando los patrones de demanda que influyen los datos son relativamente estables. (Hanke y Wichern, p. 75).

## Métodos de Pronósticos

Según Gaither y Fraizer, al seleccionar un método de pronóstico deben considerarse varios factores como el costo, precisión, datos disponibles, lapso de tiempo, naturaleza de los productos y servicios. Chopra y Meindl, indican que el método más apropiado depende de la característica de la demanda y del tipo de información que se disponga, recomiendan seguir la siguiente tabla.

Aplicación de Métodos de Pronóstico

Método de pronóstico	Aplicable a
Promedio móvil	Sin tendencia o estacionalidad
Suavizamiento exponencial simple	Sin tendencia o estacionalidad
Modelo de Holt	Con tendencia sin estacionalidad
Modelo de Winter	Con tendencia y estacionalidad

Fuente: Chopra y Meindl, Administración de la cadena de suministro, 2008, p 218.

Los modelos que se pueden aplicar en el presente estudio en donde la serie de tiempo son las ventas de la Compañía; cabe señalar que a más de los que se van a enunciar, existen otros modelos, no obstante cualquier método seleccionado deberá ser supervisado constantemente para asegurar que su operación se la adecuada.

### Promedio Móvil

APLICACIÓN	FORMULAS	NOMENCLATURA
La demanda no tiene tendencia o estacionalidad. Componente sistemático de la demanda = nivel	$L_t = (D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-N+1})/N$ $F_{t+1} = L_t \quad y \quad F_{t+n} = L_t$ $L_{t+1} = (D_{t+1} + D_t + \dots + D_{t-N+2})/N, \quad F_{t+2} = L_{t+1}$	Lt = estimado del nivel al final del periodo t Ft = pronóstico de la demanda para el periodo t (realizado en el periodo t-1 o antes) Dt = demanda real observada en el periodo t

Fuente: Gaither y Fraizer, p 199.

### Suavización Exponencial

OBSERVACIONES	FORMULAS	NOMENCLATURA
Componente sistemático de la demanda = nivel. El estimado inicial del nivel, Lo, es el promedio de los datos históricos, ya que la demanda no tiene tendencia o estacionalidad. El modelo le da mayor peso a los datos más nuevos y menor importancia a los más viejos. El factor de ponderación se denomina alfa (α).	$L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$ $F_{t+1} = L_t \quad y \quad F_{t+n} = L_t$ $L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t$ $L_{t+1} = \sum_{n=0}^{t-1} \alpha(1 - \alpha)^n D_{t+1-n} + (1 - \alpha)^t D_1$	Lo = estimado inicial del nivel Lt = estimado del nivel al final del periodo t Ft = pronóstico de la demanda para el periodo t (realizado en el periodo t-1 o antes) Dt = demanda real observada en el periodo t α = constante de suavizamiento para el nivel, 0 < α < 1.

Fuente: Gaither y Fraizer, p. 200.

## Suavización Exponencial con tendencia o Suavización exponencial doble (Modelo de Holt)

### Fórmulas de Suavización Exponencial Doble

OBSERVACIONES	FORMULAS	NOMENCLATURA
Componente sistemático de la demanda = nivel + tendencia	$F_{t+1} = L_t + T_t \quad y \quad F_{t+n} = L_t + nT_t$ $L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$ $T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t$	Lo = estimado inicial del nivel Lt = estimado del nivel al final del periodo t Ft = pronóstico de la demanda para el periodo t (realizado en el periodo t-1 o antes) Dt = demanda real observada en el periodo t $\alpha$ = constante de suavizamiento para el nivel, $0 < \alpha < 1$ . Tt = estimado de la tendencia al final del periodo t $\beta$ = constante de suavizamiento para la tendencia, $0 < \beta < 1$ .

Fuente: Gaither y Fraizer, p. 201.

## Suavización Exponencial con corrección de tendencia y estacionalidad (Modelo de Winter)

### Tabla 34: Fórmulas de Suavización Exponencial con corrección de tendencia

OBSERVACIONES	FORMULAS	NOMENCLATURA
Componente sistemático de la demanda = (nivel + tendencia) x factor estacional	$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \quad y \quad F_{t+i} = (L_t + iT_t)S_{t+i}$ $L_{t+1} = \alpha(D_{t+1}/S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t)$ $T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t$ $S_{t+p+1} = \gamma(D_{t+1}/L_{t+1}) + (1 - \gamma)S_{t+1}$	Lo = estimado inicial del nivel Lt = estimado del nivel al final del periodo t Ft = pronóstico de la demanda para el periodo t (realizado en el periodo t-1 o antes) Dt = demanda real observada en el periodo t $\alpha$ = constante de suavizamiento para el nivel, $0 < \alpha < 1$ . Tt = estimado de la tendencia al final del periodo t $\beta$ = constante de suavizamiento para la tendencia, $0 < \beta < 1$ . St = estimado del factor estacional para el periodo t $\gamma$ = constante de suavizamiento para el factor estacional, $0 < \gamma < 1$ .

Fuente: Gaither y Fraizer, p. 201.

## Regresión Lineal

### Tabla 35: Fórmulas de Regresión Lineal

OBSERVACIONES	FORMULAS	NOMENCLATURA
Calcula la proyección de la demanda en base al cálculo de las variaciones de la demanda por período, encontrando el valor de la pendiente promedio con tendencia.	$F(t) = a + bt$ $b = [n \sum t V(t) - \sum V(t) \sum t^2] / [n \sum t^2 - (\sum t)^2]$ $a = \sum V(t) / n - (b \sum t / n)$	F(t) = Pronóstico de Ventas en el período t a = la ordenada en el origen, es la altura a la que la recta corta al eje Y b = pendiente es la inclinación de la recta n = número de observaciones t = Valor observado en el período t

Fuente: Hanke y Wichern, p. 215.

### Medidas del Error del Pronóstico

Existen varios métodos que ayudan a calcular los niveles de error de un pronóstico; la tabla siguiente recopila algunos tipos de cálculo.

## Métodos de cálculo de corrección del pronóstico

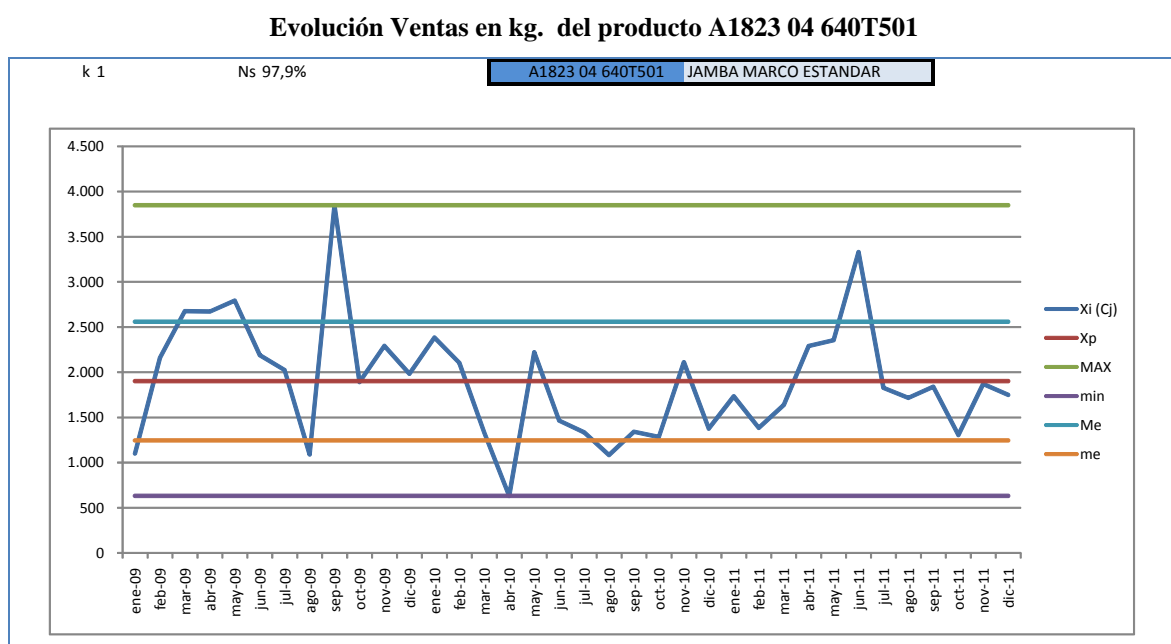
CALCULO DE ERROR	CONCEPTO	FÓRMULA
MSE (Mean Square Error)	Error cuadrático medio el cual se relaciona con la varianza del error del pronóstico	$MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2$
Et	Error que existe entre la demanda y el pronóstico calculado	$E_t = \text{Demanda}_t - \text{Pronostico}_t$
At	Desviación absoluta del error para un período de tiempo establecido	$A_t =  E_t $
MADn (Mean Absolute Deviation)	Es el promedio de la desviación absoluta de todos los períodos (n) analizados	$MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t$
MAPEn (Mean Average Percentual Error)	Error absoluto promedio expresado como un porcentaje de la demanda que presenta el artículo.	$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left  \frac{E_t}{D_t} \right  100}{n}$

Fuente: Chopra y Meindl p. 203 – 229.

## ANEXO 8

### APLICACIÓN DE PRONÓSTICOS DE SERIES DE TIEMPO EN CEDAL

**Caracterización Estadística:** en este paso se calculan algunos parámetros básicos que sirven para caracterizar la evolución de las ventas, entre ellos se encuentra el promedio, desviación estándar, ventas máximas esperadas, ventas mínimas esperadas y ratio de dispersión.<sup>5</sup> La organización emplea una hoja electrónica “Análisis de la Demanda Cedal V1” en la que se puede seleccionar cada uno de los artículos de venta, desplegándose automáticamente su caracterización y su gráfico en el tiempo, esta hoja electrónica permite analizar artículo por artículo su comportamiento en el tiempo, dando una idea general de la evolución de las ventas. La figura siguiente tiene como objetivo representar de una manera visual la caracterización estadística.



**Fuente:** Análisis de la Demanda Cedal V1.

Los parámetros a tomar en cuenta para su interpretación son:

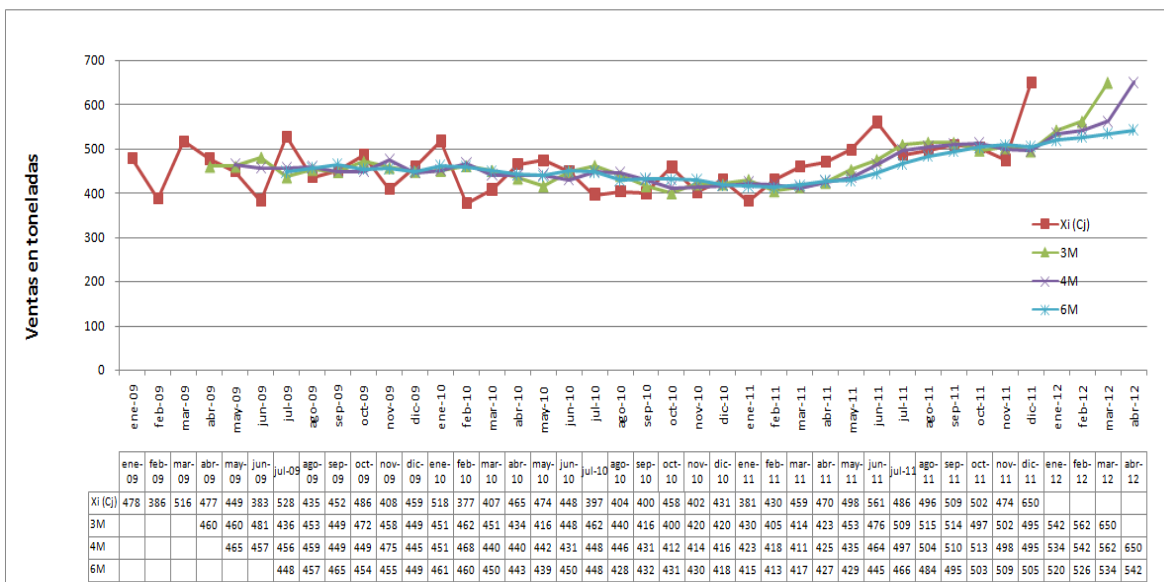
Xi (Cj) ventas reales por período, Xp venta promedio, MAX venta máxima, Min venta mínima, Me venta máxima esperada, me venta mínima esperada.

<sup>5</sup> Ratio de dispersión es la desviación estándar dividido para el promedio.

### Aplicación de Medias Móviles:

Se muestra el pronóstico de cada artículo para los próximos tres meses, cuatro meses y seis meses, tomando el promedio de los últimos valores.

**Pronóstico de Ventas de Aluminio Mercado Nacional según método de Medias móviles**

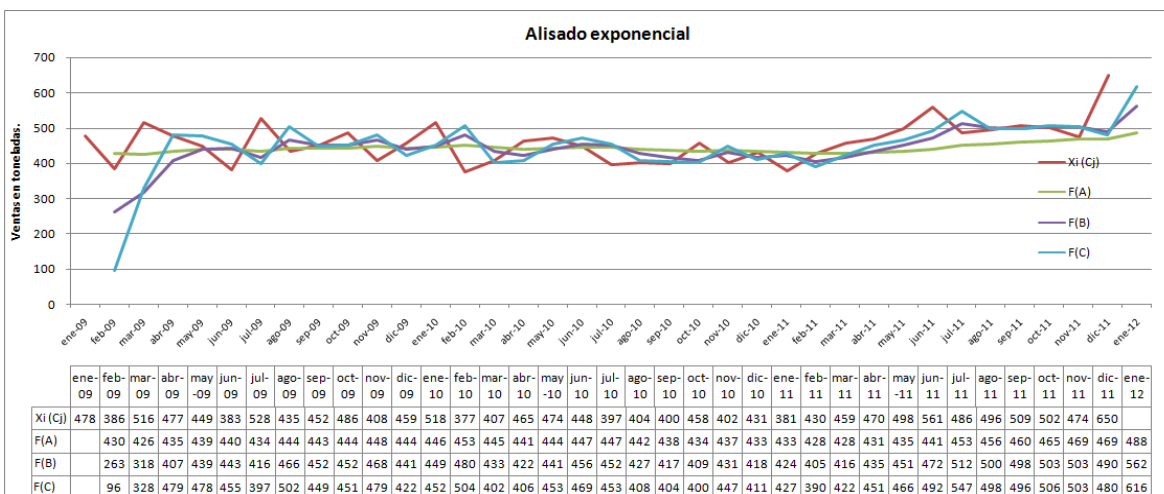


Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

### Aplicación de Alisado Exponencial

La hoja electrónica diseñada para el cálculo muestra gráficamente el pronóstico y permite variar el valor de alfa ( $\alpha$ ). La siguiente figura muestra el pronóstico para tres valores de alfa ( $\alpha$ ) 0.1; 0.2 y 0.3

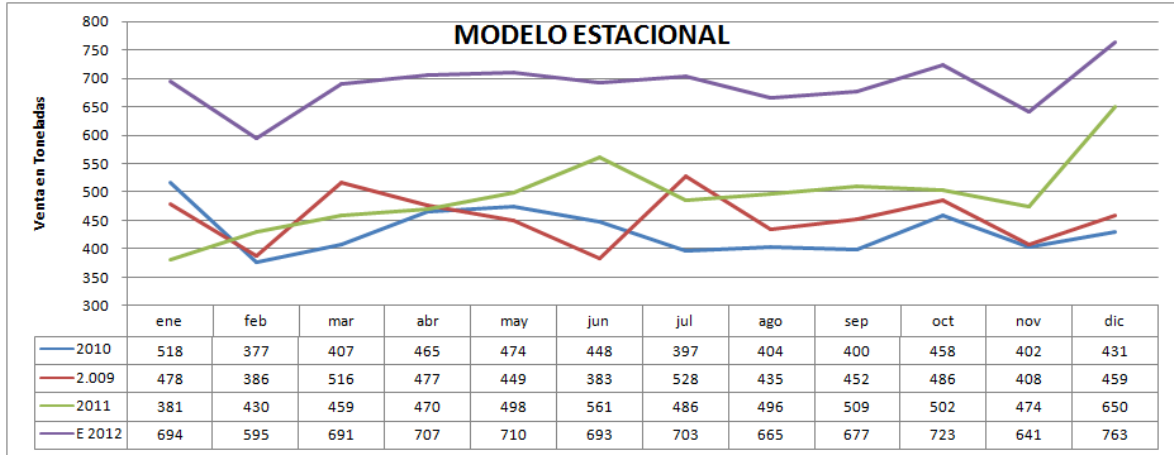
**Pronóstico de Ventas de Aluminio Mercado Nacional según método de Alisado Exponencial**



Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

### Aplicación del modelo de Estacionalidad

**Pronóstico de Ventas de Aluminio Mercado Nacional según método de Modelo Estacional**

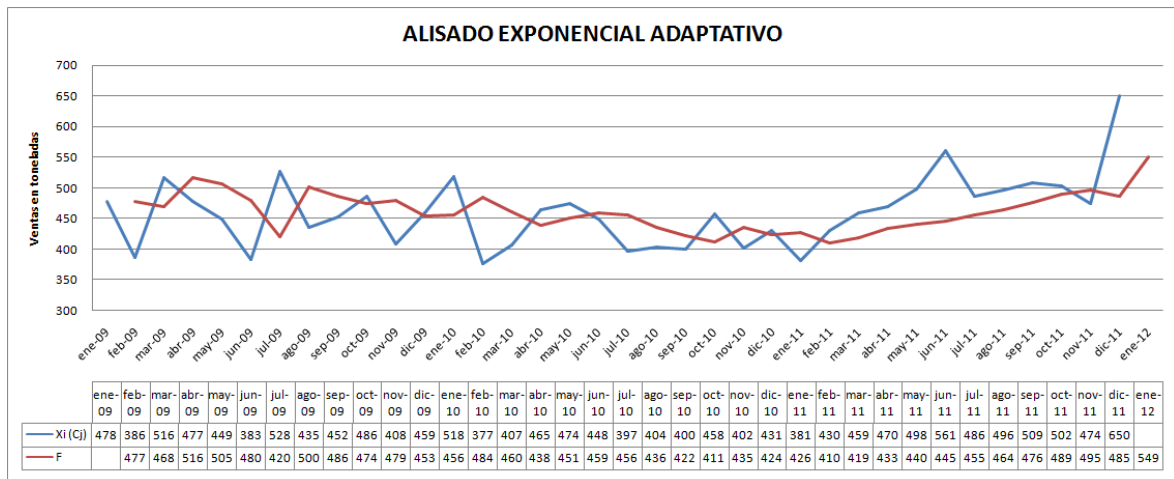


Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

### Aplicación de Suavización Exponencial con tendencia (Alisado Exponencial Adaptativo)

La siguiente figura muestra los valores con alfa ( $\alpha$ ) igual a 0.1 y beta ( $\beta$ ) igual a 0.1

**Pronóstico de Ventas de Aluminio Mercado Nacional según método de Alisado Exponencial Adaptativo**

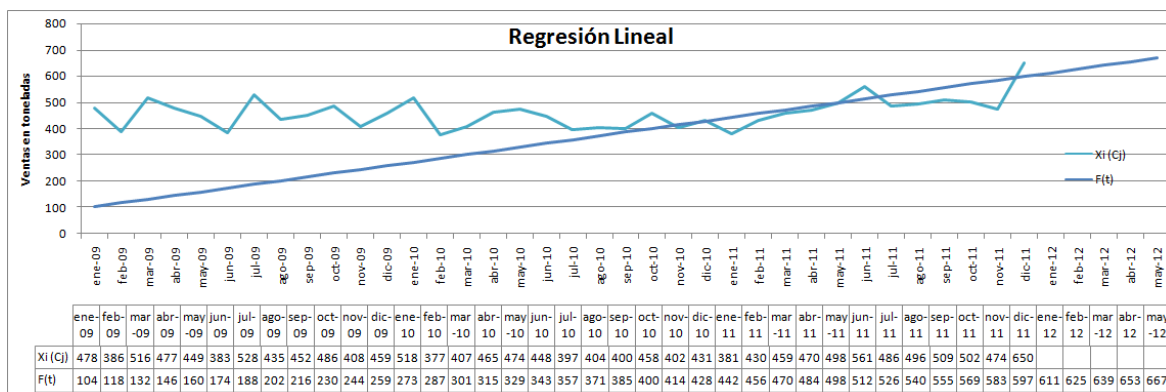


Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

### Aplicación de Regresión Lineal

Consiste en calcular la proyección de la demanda en base al cálculo de las variaciones de demanda por período, encontrando el valor de la pendiente promedio de tendencia.

**Pronóstico de Ventas de Aluminio Mercado Nacional según método de Regresión Lineal**

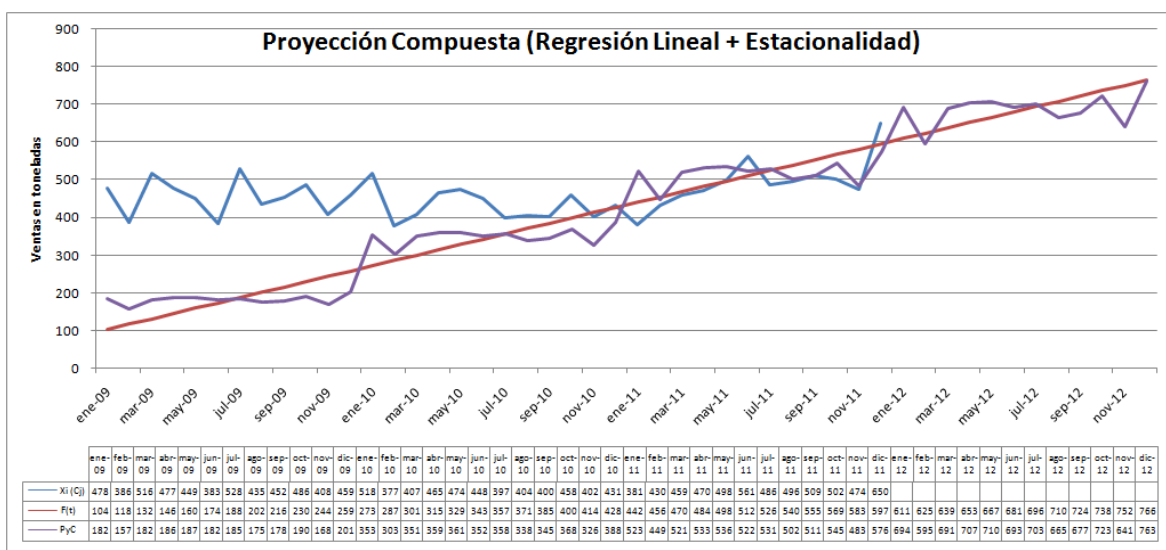


Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

### Aplicación de Proyección Compuesta (Regresión Lineal +Estacionalidad)

Consiste en realizar proyecciones tomando como base los cálculos de la proyección de regresión lineal, aplicándole el espectro de estacionalidad para obtener las proyecciones de un período.

**Pronóstico de Ventas de Aluminio Mercado Nacional según método de Proyección Compuesta**



Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

**Cálculo del Error Mediante la Desviación Absoluta Porcentual.**

Se ha incluido en la hoja de cálculo la comparación entre todos los métodos; se puede observar el método que da la menor desviación. En este caso, el método que presenta menor desviación absoluta porcentual es el de promedios móviles para seis meses con una desviación del 8.2%, siendo entonces el recomendado para este caso puntual.

**Cálculo del Error Mediante la Desviación Absoluta Porcentual**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	TOTAL VENTAS NACIONALES					8,8%	8,7%	8,2%	0,1			0,2	0,3	9,2%	9,1%	9,6%	10,7%			9,2%	27,6%		28,4%	
2	No.	Periodo	Xi (C)	3M	4M	6M	D 3M	D 4M	D 6M	F(A)	F(B)	F(C)	D F(A)	D F(B)	D F(C)	F	D F	DES	D DES	F(t)	D F(t)	PyC	D PyC	
3	1	ene-09	478							430	382	335	11,3%	1,1%	13,4%		478	23,7%	474	22,7%	118	69,6%	157	59,5%
4	2	feb-09	386							426	383	350	17,5%	25,8%	32,2%	469	9,2%	474	8,3%	132	74,5%	182	64,8%	
5	3	mar-09	516							435	410	400	8,9%	14,2%	16,2%	516	8,1%	473	0,9%	146	69,5%	186	61,1%	
6	4	abr-09	477	460			3,6%			439	423	423	2,2%	5,7%	5,7%	506	12,7%	472	5,2%	160	64,4%	187	58,4%	
7	5	may-09	440	460	465		2,5%	3,5%		440	428	431	14,9%	11,9%	12,6%	480	25,4%	468	22,2%	174	54,6%	182	52,4%	
8	6	jun-09	383	481	457		25,6%	19,4%		434	419	417	17,7%	20,5%	21,1%	421	20,2%	467	11,4%	188	64,4%	185	64,9%	
9	7	jul-09	528	436	456	448	17,3%	13,5%	15,0%	444	441	450	1,9%	1,3%	3,3%	501	15,0%	466	7,0%	202	53,6%	175	59,8%	
10	8	ago-09	435	453	459	457	4,1%	5,5%	4,9%	443	440	445	2,0%	2,7%	1,4%	486	7,6%	464	2,8%	216	52,1%	178	60,6%	
11	9	sep-09	452	449	449	465	0,7%	0,7%	2,8%	444	442	447	8,8%	9,1%	8,0%	474	2,5%	464	4,5%	230	52,6%	190	60,9%	
12	10	oct-09	486	472	449	454	3,0%	7,6%	6,6%	448	451	459	9,8%	10,5%	12,5%	479	17,4%	462	13,2%	244	40,1%	168	58,7%	
13	11	nov-09	408	458	475	455	12,2%	16,4%	11,6%	444	443	444	3,3%	3,6%	3,3%	453	1,3%	460	0,3%	259	43,7%	201	56,3%	
14	12	dic-09	459	449	445	449	2,2%	3,0%	2,3%	446	446	448	13,9%	13,9%	13,4%	456	11,9%	462	10,8%	273	47,3%	353	31,8%	
15	13	ene-10	518	451	451	461	12,8%	12,8%	10,9%	453	460	469	20,2%	22,2%	24,6%	484	28,5%	459	21,9%	287	23,9%	303	19,6%	
16	14	feb-10	377	462	468	460	22,6%	24,2%	22,1%	445	443	441	9,3%	8,9%	8,4%	460	13,0%	455	11,8%	301	26,1%	351	13,8%	
17	15	mar-10	407	451	440	450	10,8%	8,1%	10,5%	441	436	431	5,0%	6,1%	7,2%	439	5,5%	453	2,4%	315	32,2%	359	22,6%	
18	16	abr-10	465	434	440	443	6,6%	5,2%	4,7%	444	442	441	6,3%	6,7%	6,8%	451	4,8%	453	4,4%	329	30,5%	361	23,7%	
19	17	may-10	474	416	442	439	12,1%	6,8%	7,3%	447	448	451	0,4%	0,0%	0,6%	460	2,5%	452	0,9%	343	23,5%	352	21,4%	
20	18	jun-10	448	448	431	450	0,0%	4,0%	0,3%	447	448	450	12,7%	13,1%	13,5%	456	15,1%	450	13,4%	357	9,9%	358	9,8%	
21	19	jul-10	397	462	448	448	16,6%	13,1%	13,0%	442	438	434	9,5%	8,5%	7,6%	436	8,1%	446	10,6%	371	8,0%	338	16,2%	
22	20	ago-10	404	440	446	428	8,9%	10,5%	6,0%	438	431	425	9,6%	7,9%	6,4%	422	5,7%	442	10,7%	385	3,5%	345	13,8%	
23	21	sep-10	400	416	431	432	4,2%	7,8%	8,2%	434	425	417	5,2%	7,3%	8,9%	411	10,2%	440	3,9%	400	12,8%	368	19,7%	
24	22	oct-10	458	400	412	431	12,7%	10,1%	5,9%	437	431	430	8,5%	7,3%	6,8%	435	8,2%	437	8,8%	414	2,8%	326	19,0%	
25	23	nov-10	402	420	414	430	4,5%	3,0%	6,9%	433	426	421	0,5%	1,2%	2,2%	424	1,5%	435	1,1%	428	0,7%	388	9,9%	
26	24	dic-10	431	420	416	418	2,5%	3,5%	3,0%															

Fuente: Análisis de la Demanda Cedral V1.

## ANEXO 9

### MARCO TEÓRICO PARA EL CÁLCULO DEL STOCK DE SEGURIDAD

#### COSTOS DE INVENTARIOS

Los costos que se intenta reducir mediante la aplicación de estos modelos de inventario son los costos por producir o comprar, por realizar un pedido, costo por mantener el inventario y los costos incurridos por la escasez del material. El *costo por pedir* un lote de producción, está asociado con el reabastecimiento del inventario; *los costos de mantenimiento* se asocian con tener un nivel de inventario disponible y varían con el período de tiempo y la cantidad de artículos, incluyen los costos por deterioro u obsolescencia del producto. Finalmente los *costos por quedarse sin producto*, pueden incluir las ventas perdidas y los clientes insatisfechos; en el momento que se agotan las existencias. Los costos de los modelos de inventario que se mencionan adelante obedecen a la siguiente ecuación general:

#### Ecuación del costo del Inventario

COSTO TOTAL	=	Costo de Fabricación	+	Costo de Pedido	+	Costo de Almacenamiento o conservación	+	Costo por escasez o agotamiento de existencias
----------------	---	----------------------	---	-----------------	---	--	---	--

Fuente: Heizer y Render, p. 50.

#### MODELOS DETERMINISTICOS DE INVENTARIOS

Son determinísticos debido a que se tiene como supuestos que la demanda y el plazo de entrega (tiempo desde que cursa el pedido hasta que se entrega la mercancía) son conocidos y constantes. Estos modelos se basan en que comprar o producir en grandes lotes permite explotar las economías de escala y, por tanto, disminuir los costos en las distintas etapas de la cadena de suministro.

##### Modelo de Compra

La demanda y el plazo de entrega (tiempo desde que cursa el pedido hasta que se entrega la mercancía) son conocidos y constantes. Supone que todo el pedido de inventario se recibe al mismo tiempo.

**Resumen del modelo de compras**

FÓRMULAS	NOMENCLATURA	REPRESENTACIÓN GRAFICA
$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$	D: Demanda Total anual S: Coste de emisión de cada pedido H: Coste de almacenamiento por unidad por año Q: Cantidad económica de Pedido PEP: Punto de emisión del pedido d: demanda por día L: Plazo de entrega de un pedido en días	
$\text{PEP: } d \times L$		

Fuente: Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

**Modelo de Cantidad de Pedido de Producción**

La demanda y el plazo de entrega (tiempo desde que cursa el pedido hasta que se entrega la mercancía) son conocidos y constantes. Se aplica cuando el inventario se recibe a lo largo de un período de tiempo; o cuando las unidades se producen y se venden en forma simultánea. Consiste en igualar los costes de pedido o preparación con los de almacenamiento.

**Resumen del Modelo de Cantidad de Pedido de Producción**

FÓRMULAS	NOMENCLATURA	REPRESENTACIÓN GRAFICA
$Q_p = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H [1 - (d/p)]}}$	Qp: Cantidad optima de pedido de producción D: Demanda Total anual S: Coste de emisión de cada pedido H: Coste de almacenamiento por unidad por año d: Ritmo de demanda diaria p: Ritmo de producción diaria (R en el gráfico) T: Tiempo entre pedidos	
$T = \sqrt{\frac{2 \times S}{D \times H} \times \left( \frac{p}{p - d} \right)}$		

Fuente: Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

**Modelo de Compra con Faltante**

Tiene las mismas condiciones que el modelo de Compra pero en este modelo es posible diferir un pedido, de manera que una vez recibida la cantidad pedida desaparece el déficit, pero tiene un costo adicional, el costo por unidad de faltante.

**Resumen del Modelo de Compra con Faltante**

FÓRMULAS	NOMENCLATURA	REPRESENTACIÓN GRAFICA
$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times S \times (H + M)}{H \times M}}$ $A = \sqrt{\frac{2 \times D \times S \times H}{(H + M) \times M}}$	D: Demanda Total anual S: Coste de emisión de cada pedido H: Coste de almacenamiento por unidad por año Q: Cantidad económica de Pedido d: demanda por día L: Plazo de entrega de un pedido en días M: Costo de la unidad faltante A: Unidades agotadas promedio t1: tiempo en que hay disponibilidad t2: tiempo de déficit.	

**Fuente:** Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

**Modelo de Producción con Faltante**

Este modelo de fabricación admite déficit, la tasa de producción es mayor que la demanda.

**Resumen del Modelo de Producción con Faltante**

FÓRMULAS	NOMENCLATURA	REPRESENTACIÓN GRAFICA
$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times S \times (H + M)}{H \times M} \times \left(\frac{p}{p-d}\right)}$ $A = \sqrt{\frac{2 \times D \times S \times H}{(H + M) \times M} \times \left(\frac{p}{p-d}\right)}$	D: Demanda Total anual S: Coste de emisión de cada pedido H: Coste de almacenamiento por unidad por año Q: Cantidad económica de Pedido d: demanda por día L: Plazo de entrega de un pedido en días M: Costo de la unidad faltante A: Unidades agotadas promedio d: Ritmo de demanda diaria p: Ritmo de producción diaria	

**Fuente:** Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

**MODELOS PROBABILÍSTICOS DE INVENTARIOS**

Existen también modelos probabilísticos; estos se acercan más a la realidad ya que a diferencia de los determinísticos, manejan niveles de incertidumbre de la demanda y de los tiempos de pedido, valores que pueden asumir una distribución probabilística.

**Modelo de Revisión Continua (Q)**

En este modelo el nivel de inventario se monitorea después de cada transacción o en forma continua; cuando el nivel de inventario cae por debajo de un punto determinado, llamado punto de reorden, se coloca una orden por una cantidad fija, con lo que el tiempo entre órdenes variará dependiendo de la naturaleza aleatoria de la demanda. El modelo funciona cuando La demanda y el tiempo de entrega se comportan de una manera aleatoria, se recibe el producto todo de una vez, el inventario se maneja siguiendo una política de revisión

continua y existe una relación entre  $z$  y el nivel de servicio deseado, asumiendo una distribución de demanda normal.

### Resumen del Modelo de Revisión Continua (Q)

FORMULAS	NOMENCLATURA	REPRESENTACIÓN GRAFICA
$ES = D_m - D \times L$	ES: Existencia de seguridad Dm : Demanda para un nivel específico de riesgo D : Demanda L : Tiempo de entrega	
$R = D \times L + ES = D \times L + z\sigma$	R : Punto de reorden z: Factor de seguridad $\sigma$ : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega	

**Fuente:** Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

### Modelo de Reaprovisionamiento Periódico (P)

El sistema periódico funciona de una manera totalmente diferente al sistema de revisión continua debido a que no tiene punto de reorden sino un inventario objetivo, además el intervalo de revisión es fijo y no la cantidad pedida. Por lo tanto, para alcanzar el nivel de servicio especificado, la demanda debe ser satisfecha por todo el período de previsión de largo  $P + L$  en el nivel promedio, más un inventario de seguridad. El modelo funciona cuando la demanda y el tiempo de entrega se comportan de una manera aleatoria, se recibe el producto todo de una vez y se permiten quiebres de inventario. El nivel de inventario se revisa a intervalos fijos de largo  $P$  llamado instante de revisión y ninguna orden llega después que una orden colocada en un período posterior.

### Resumen del Modelo de Reaprovisionamiento Periódico (P)

FORMULAS	NOMENCLATURA	REPRESENTACIÓN GRAFICA
$T = m + s$  $S = z\sqrt{(P + L)\sigma}$	T: nivel de inventario objetivo. s: inventario de seguridad. m: demanda media durante el tiempo de previsión. z: Factor de seguridad $\sigma$ : Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega	

**Fuente:** Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

Norman Gaither y Greg Fraizer, sugieren reglas prácticas para el cálculo del punto de pedido: la primera se refiere a establecer los niveles de existencia como un porcentaje de la demanda, mientras que la otra sugiere establecerlos como la raíz cuadrada de la demanda.

#### Reglas para el cálculo del punto de pedido

REGLAS	FORMULAS	NOMENCLATURA	OBSERVACIONES																					
Como porcentaje de la demanda	$R = D \times L + j \times D \times L$	R : Punto de reorden D : Demanda L : Tiempo de entrega j: factor que varía de 0 a 3 dependiendo de la siguiente clasificación adjunta	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Descripción</th> <th>j</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>No crítico</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Incierto - No crítico</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Crítico</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Incierto - Crítico</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Súper crítico</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Incierto - Súper crítico</td> <td>3.00</td> </tr> </tbody> </table>	Clase	Descripción	j	1	No crítico	0.10	2	Incierto - No crítico	0.20	3	Crítico	0.30	4	Incierto - Crítico	0.50	5	Súper crítico	1.00	6	Incierto - Súper crítico	3.00
Clase	Descripción	j																						
1	No crítico	0.10																						
2	Incierto - No crítico	0.20																						
3	Crítico	0.30																						
4	Incierto - Crítico	0.50																						
5	Súper crítico	1.00																						
6	Incierto - Súper crítico	3.00																						
raíz cuadrada de la demanda:	$R = D \times L + \sqrt{D \times L}$		se aplica cuando los faltantes no son particularmente indeseables ni costosos.																					

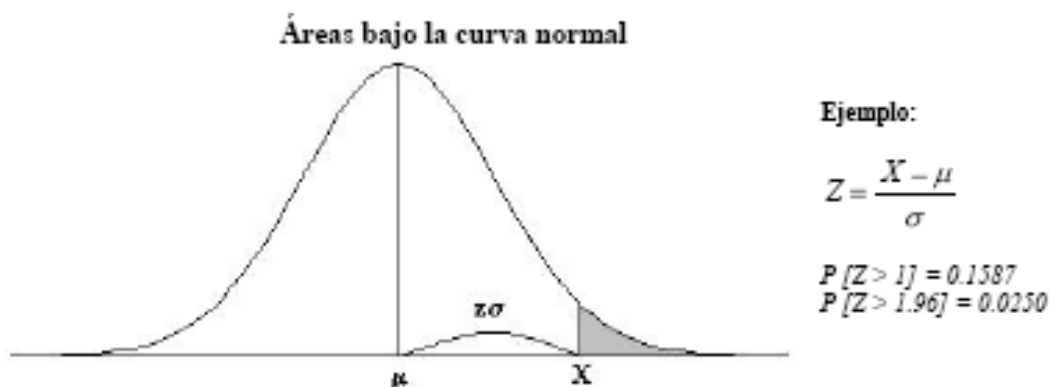
**Fuente:** Gaither, Norman & Frazier, Greg, Administración de Producción y Operaciones.

Las dos reglas para establecer el punto de pedido son matemáticamente correctas; la más óptima dependerá de cada caso y solo podrá comprobarse al saber si el inventario brinda el nivel de protección deseado contra los faltantes en cada almacén.

## ANEXO 10

### FACTOR DE SEGURIDAD Z

La siguiente tabla muestra el valor de Z correspondiente a una normal estandarizada de media 0 y varianza 1. De ella se pueden obtener distintos valores de Z para otras probabilidades de satisfacer la demanda en un ciclo de inventario.



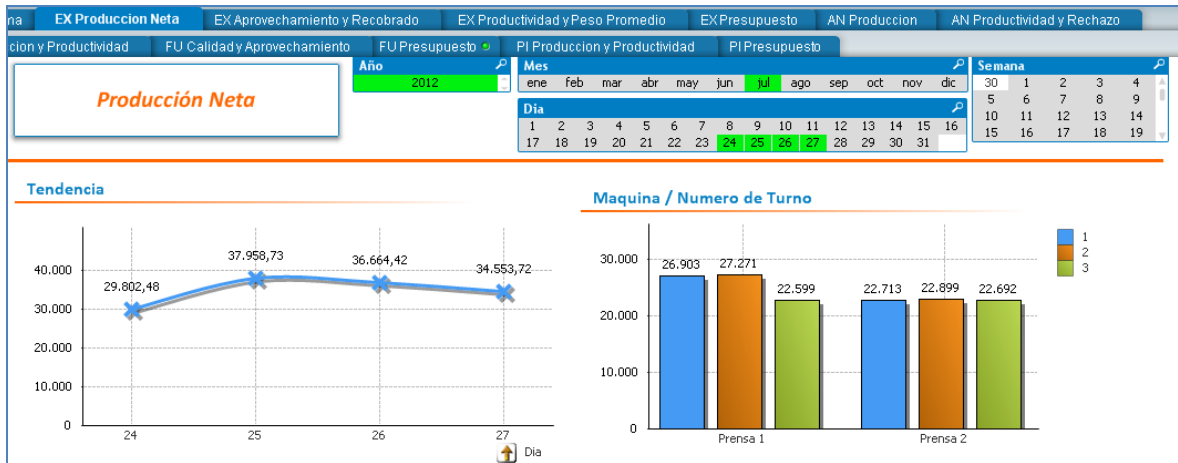
Desv. normal x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010

ANEXO 11

REPORTES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

Este primer ejemplo es un reporte de tipo operativo que permite visualizar la producción de un área, y se la puede consultar por día, semana mes, año, línea de producción, turno de trabajo y tipo de producto. Este tipo de informe tiene la finalidad de brindar información diaria sobre los resultados alcanzados en un proceso.

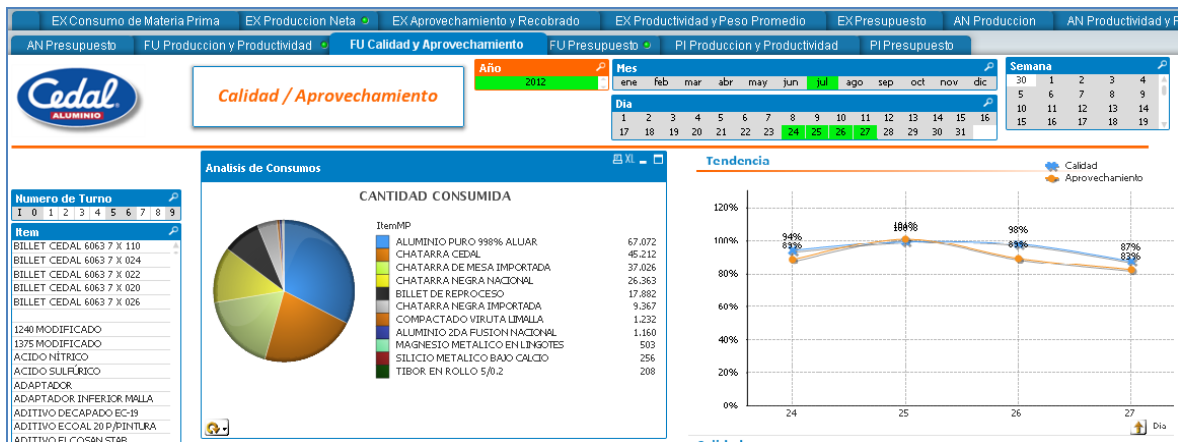
Reporte de producción de Extrusión



Fuente: Reporteador Click View.

Este ejemplo corresponde a un reporte de calidad en el área de fundición, en donde es primordial controlar la composición de la colada, por lo tanto se hace énfasis en el consumo de los componentes y en los índices de aprovechamiento.

Reporte de Calidad en Fundición



Fuente: Reporteador Click View.

El siguiente reporte muestra los niveles de inventario de producto terminado en los diferentes almacenes de la organización, esta consulta se la puede realizar tanto en toneladas como en dólares; adicionalmente brinda la facilidad de realizar consultas históricas y detalladas por almacén.

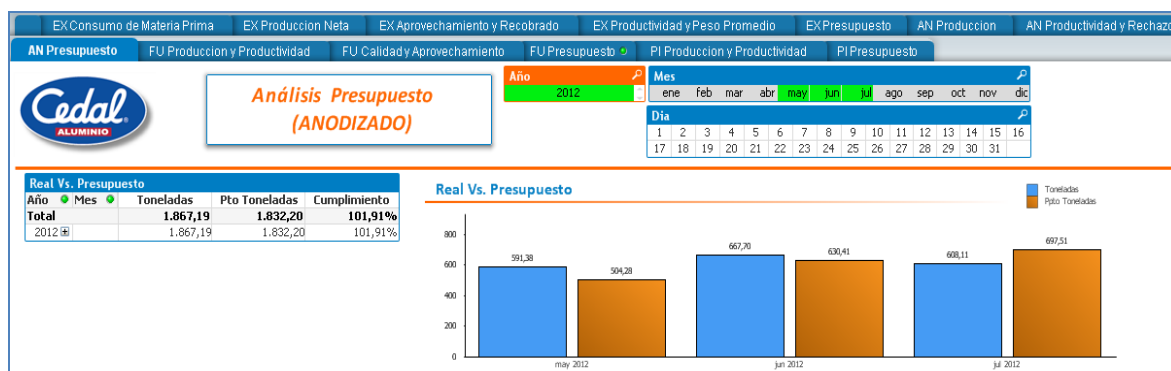
### Reporte de Niveles de Inventario



Fuente: Reporteador Click View.

En este último ejemplo se muestra un reporte de monitoreo del cumplimiento del presupuesto establecido, ya que la organización ha establecido para cada área una metas a ser cumplidas, este tipo de reporte tiene la funcionalidad de indicar los niveles de cumplimiento a través del tiempo.

### Reporte de Cumplimiento del Presupuesto



Fuente: Reporteador Click View.

## ANEXO 12

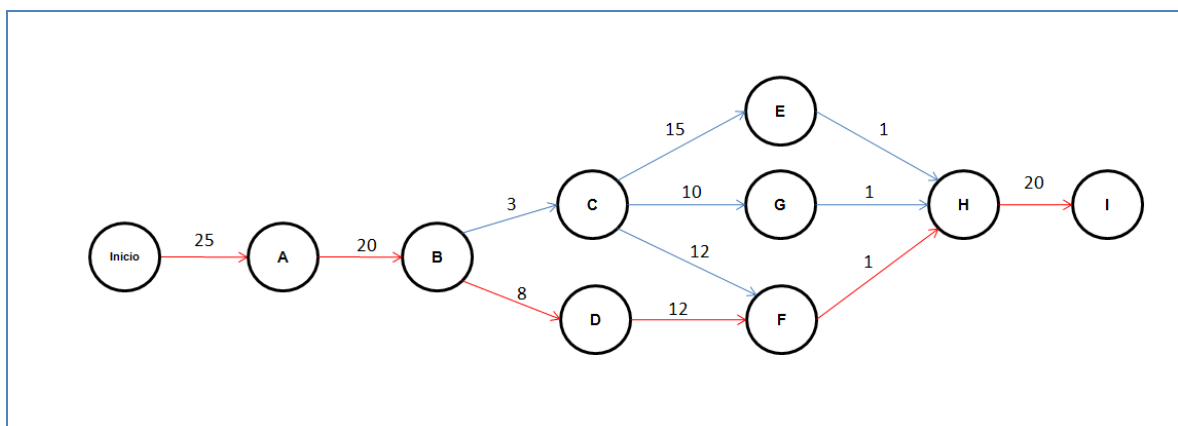
## ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE PLANIFICACIÓN

Cronograma de actividades para la Implementación del Proceso de Planificación en Cedal S.A.

SUCESO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO ESPERADO (Días laborables)	SUCESO PRECEDENTE
A	Identificar y solucionar las brechas existentes entre las características del ERP y los requerimientos de la Empresa.	25	Ninguno
B	Desarrollar interfaces con otros sistemas y aplicaciones de la empresa.	20	A
C	Parametrizar el Sistema ERP.	3	B
D	Desarrollar Material de Apoyo para cada usuario.	8	B
E	Ejecutar pruebas Integrales.	5	C
F	Capacitar al personal involucrado en la implementación del ERP.	12	C, D
G	Migrar la información de los sistemas antiguos.	10	C
H	Arrancar con la Operación en Vivo del Sistema ERP.	1	E,F,G
I	Ajustar detalles de la operación.	20	H

En el diagrama de ruta crítica del proyecto de implementación, muestra un tiempo de 86 días (alrededor de 17 semanas), siendo las actividades de desarrollo de interfaces con los programas de la empresa y la capacitación, las actividades más extensas y delicadas.

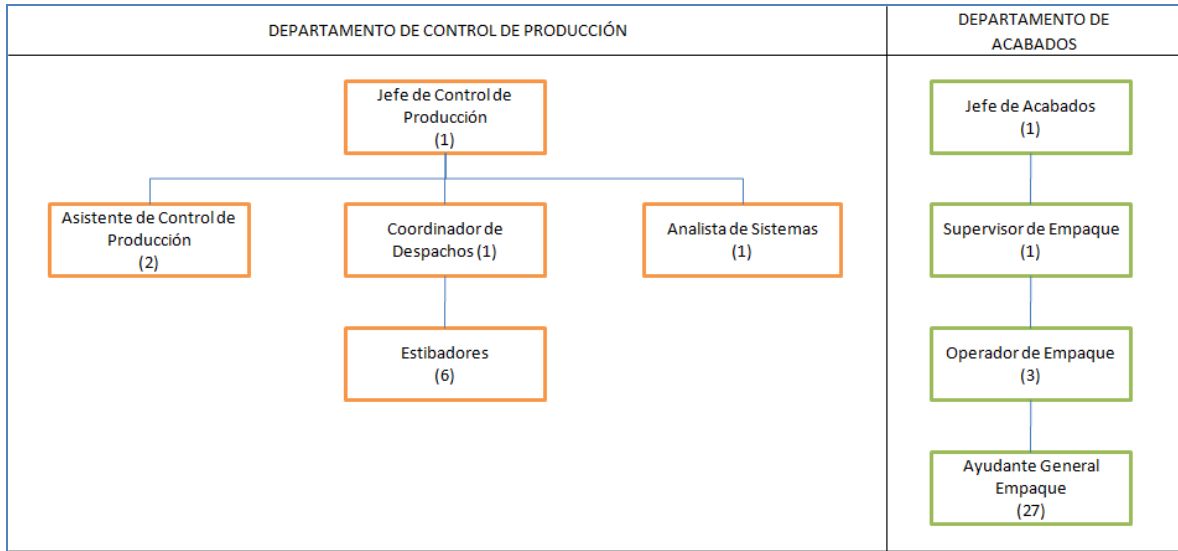
**Diagrama de Ruta Crítica para la Implementación del Proceso de Planificación**



**ANEXO 13**

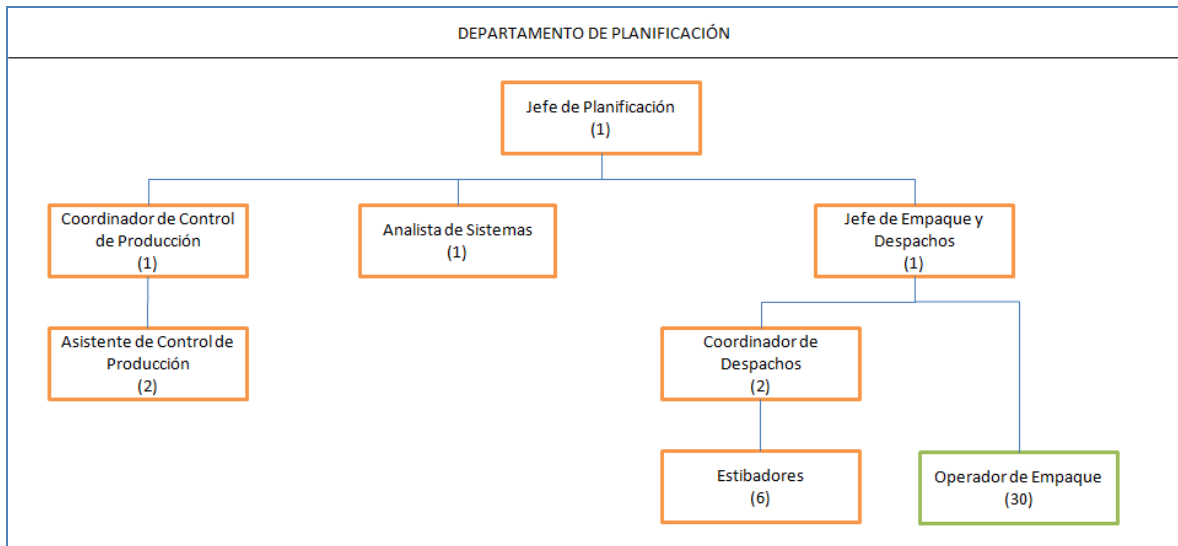
**CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA EMPRESARIAL DEBIDO AL NUEVO PROCESO DE PLANIFICACIÓN**

**Organigrama del Departamento de Control de Producción Cedal Antes de la Implantación del Proceso de Planificación**



**Fuente:** Manual de Descripción de Funciones. Recursos Humanos Cedal Enero 2011.

**Organigrama del Departamento de Control de Producción Cedal Después de la Implantación del Proceso de Planificación**



**Fuente:** Manual de Descripción de Funciones. Recursos Humanos Cedal Marzo 2012.