

Anexo 20: Pronóstico Exponencial con tendencia

Horno Estacionario

Suavizado exponencial

con el valor de alfa

Beta=

$$F(t+1) = \alpha \cdot D(t) + (1 - \alpha) \cdot F(t)$$

$$T(1) =$$

$$T(t+1) = (1 - \beta) \cdot T(t) + \beta(F(t+1) - F(t))$$

$$FAT(t+1) = F(t+1) + T(t+1)$$

$$F(1) =$$

	Año	Ventas	F(t+1)	beta*(F(t+1)-F(t))	(1-beta)*T(t)	T(t+1)	FAT(t+1)	e(t)=D(t)-F(t)	CFE	e(t)	error acumulado	MAD	(et/dt)x100	abs((et/dt)x100)	MAPE
	2009	75	75												
1	2010	105	75.00	0.000	0.00	0.00	75.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30	28.5714286	28.57142857	28.57143
2	2011	156	102.00	2.700	0.00	2.70	104.70	51.30	81.30	51.30	81.30	40.65	32.8846154	32.88461538	30.72802
3	2012	215	150.60	4.860	2.43	7.29	157.89	57.11	138.41	57.11	138.41	46.13667	26.5627907	26.5627907	29.33961
4	2013	276	208.56	5.796	6.56	12.36	220.92	55.08	193.49	55.08	193.49	48.37325	19.9576087	19.9576087	26.99411
5	2014	298	269.26	6.070	11.12	17.19	286.45	11.55	205.05	11.55	205.05	41.00922	3.87687919	3.876879195	16.65638
6	2015		295.13	2.587	15.47	18.06	313.18								

Horno Rotativo

Suavizado exponencial

con el valor de alfa

Beta=

$$F(t+1) = \alpha \cdot D(t) + (1 - \alpha) \cdot F(t)$$

$$T(1) =$$

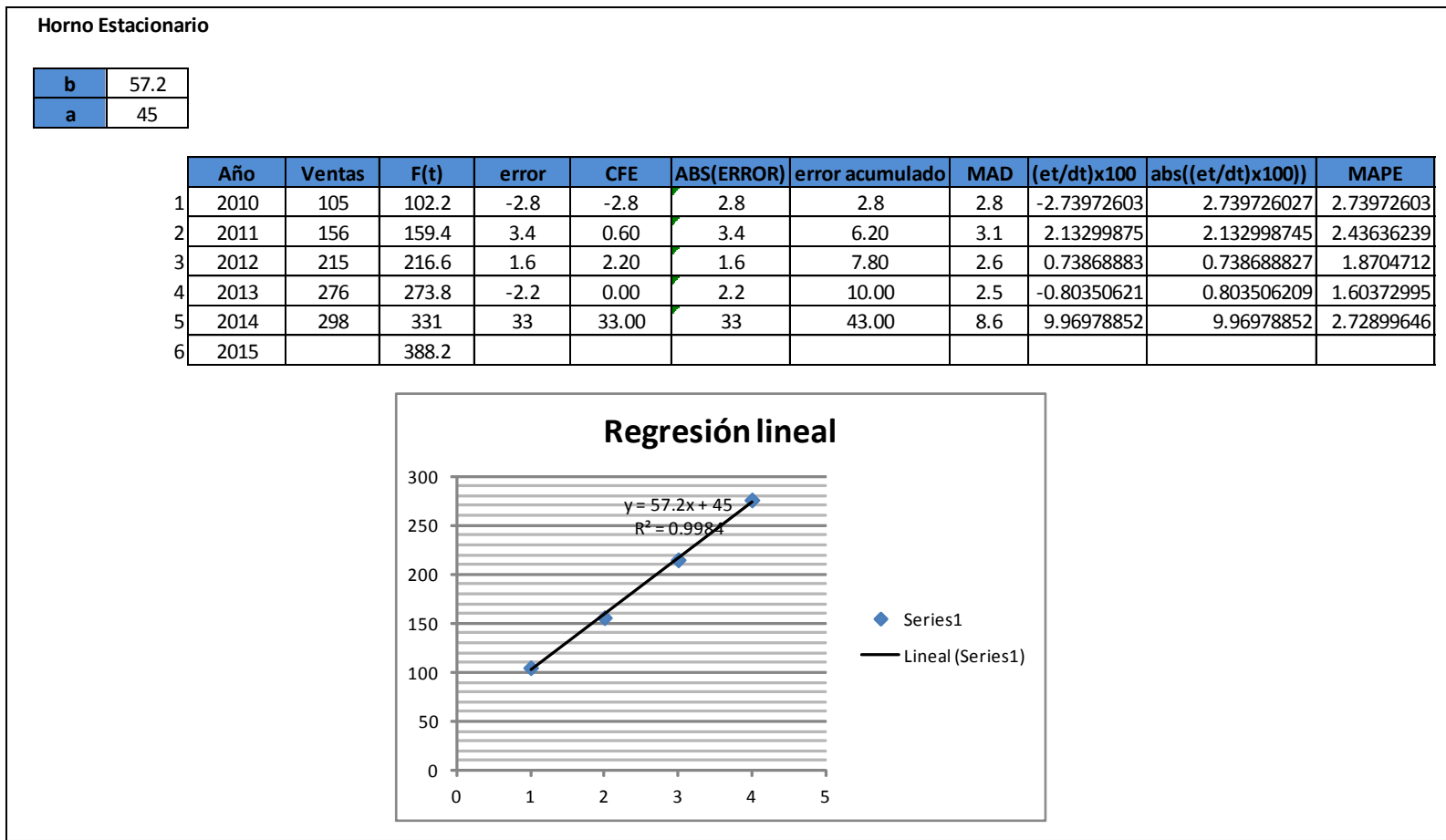
$$T(t+1) = (1 - \beta) \cdot T(t) + \beta(F(t+1) - F(t))$$

$$FAT(t+1) = F(t+1) + T(t+1)$$

$$F(1) =$$

	año	Ventas	F(t+1)	beta*(F(t+1)-F(t))	(1-beta)*T(t)	T(t+1)	FAT(t+1)	e(t)=D(t)-F(t)	CFE	e(t)	error acumulado	MAD	(et/dt)x100	abs((et/dt)x100)	MAPE
	2009	115	115												
1	2010	145	115.00	0.000	6.56	6.56	121.56	23.44	23.44	23.44	23.44	23.439	16.1648276	16.16482759	16.16483
2	2011	216	142.00	2.700	5.90	8.60	150.60	65.40	88.83	65.40	88.83	44.41705	30.2755093	30.27550926	23.22017
3	2012	271	208.60	6.660	7.74	14.40	223.00	48.00	136.83	48.00	136.83	45.6099	17.7105498	17.71054982	21.38363
4	2013	308	264.76	5.616	12.96	18.58	283.34	24.66	161.49	24.66	161.49	40.37243	8.00650357	8.006503571	18.03935
5	2014	325	303.68	3.892	16.72	20.61	324.29	0.71	162.20	0.71	162.20	32.44003	0.2185932	0.2185932	11.24223
6	2015		322.87	1.919	18.55	20.47	343.34								

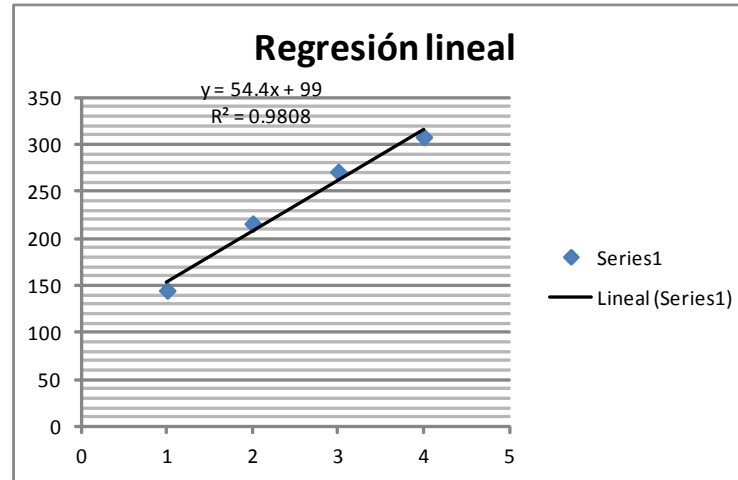
Anexo 21: Pronóstico Regresión lineal



Horno Rotativo

a	99
b	54.4

	Año	Ventas	F(t)	error	CFE	ABS(ERROR)	error acumulado	MAD	(et/dt)x100	abs((et/dt)x100)	MAPE
1	2010	145	153.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	5.47588005	5.475880052	5.47588005
2	2011	216	207.8	-8.2	0.20	8.2	16.60	8.3	-3.94610202	3.946102021	4.71099104
3	2012	271	262.2	-8.8	-8.60	8.8	25.40	8.4667	-3.35621663	3.356216629	4.25939957
4	2013	308	316.6	8.6	0.00	8.6	34.00	8.5	2.71636134	2.716361339	3.87364001
5	2014	325	371	46	46.00	46	80.00	16	12.3989218	12.39892183	4.48352036
6	2015		425.4								



Anexo 22: Proyección

Línea Horno Estacionario			Línea Horno Rotativo		
Años	Ventas	F(t)	Años	Ventas	F(t)
2010	105	102.2	2010	145	153.4
2011	156	159.4	2011	216	207.8
2012	215	216.6	2012	271	262.2
2013	276	273.8	2013	308	316.6
2014	298	331	2014	325	371
2015		388.2	2015		425.4
2016		445.4	2016		479.8
2017		502.6	2017		534.2
2018		559.8	2018		588.6
2019		617	2019		643

Conclusión		
Año	Rotativo	Estacionario
2014	371	331
2015	426	389
2016	480	446
2017	535	503
2018	589	560
2019	643	617

Elaboración Propia

Anexo 25: Balance de línea del horno estacionario

Demanda Anual	617
Total min Anual	100800
N turno/día	1
N° Hrs x Turn	7
N° dia/sem	5

Actividad	Descripción	TE Puesto	Cantidad	TE Línea	Efic	Util	TE línea '	Fp1	Demanda	Producción por puesto ajustada	CAD Requerid	N puesto	N Ajust	CAD Resut	% Utilizac
I1	Inspección de barra	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	617.0	709.6	142.062	0.005	1.00000	0.781	0.5
O1	Trazado de cuadro	6	1	6	0.8	0.8	9.375	1.150	617.0	709.6	142.062	0.066	1.00000	9.375	6.6
O2	Corte de barra	11.5	1	11.5	0.8	0.8	17.969	1.150	617.0	709.6	142.062	0.126	1.00000	17.969	12.6
O3	Soldado de encuentros	12.5	1	12.5	0.8	0.8	19.531	1.150	617.0	709.6	142.062	0.137	1.00000	19.531	13.7
I2	Inspección de barra	0.5	8	4	0.8	0.8	6.250	1.150	617.0	709.6	142.062	0.044	1.00000	6.250	4.4
O4	Trazado de línea de corte	3.5	8	28	0.8	0.8	43.750	1.150	617.0	709.6	142.062	0.308	1.00000	43.750	30.8
O5	Corte de barra	3.55	8	28.4	0.8	0.8	44.375	1.150	617.0	709.6	142.062	0.312	1.00000	44.375	31.2
O6	Soldado de cuadro y soporte	12.7	1	12.7	0.8	0.8	19.844	1.150	617.0	709.6	142.062	0.140	1.00000	19.844	14.0
I3	Inspección de plancha	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	617.0	709.6	142.062	0.005	1.00000	0.781	0.5
O7	Trazado de cabina	26	1	26	0.8	0.8	40.625	1.150	617.0	709.6	142.062	0.286	1.00000	40.625	28.6
O8	Cizallado	17.5	1	17.5	0.8	0.8	27.344	1.150	617.0	709.6	142.062	0.192	1.00000	27.344	19.2
O9	Doblado	18.7	1	18.7	0.8	0.8	29.219	1.150	617.0	709.6	142.062	0.206	1.00000	29.219	20.6
O10	Soldado de bisagra en cabina	13.7	1	13.7	0.8	0.8	21.406	1.150	617.0	709.6	142.062	0.151	1.00000	21.406	15.1
I4	Inspección de plancha	1	1	1	0.8	0.8	1.563	1.150	617.0	709.6	142.062	0.011	1.00000	1.563	1.1
O11	Trazado de pared	24	1	24	0.8	0.8	37.500	1.150	617.0	709.6	142.062	0.264	1.00000	37.500	26.4
O12	Cizallado de plancha	17.5	1	17.5	0.8	0.8	27.344	1.150	617.0	709.6	142.062	0.192	1.00000	27.344	19.2
O13	Doblado	14.7	1	14.7	0.8	0.8	22.969	1.150	617.0	709.6	142.062	0.162	1.00000	22.969	16.2
O14	Soldado	14.5	1	14.5	0.8	0.8	22.656	1.150	617.0	709.6	142.062	0.159	1.00000	22.656	15.9
I5	Inspección de tubo	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	617.0	709.6	142.062	0.005	1.00000	0.781	0.5
O15	Trazado de parrilla	13.5	1	13.5	0.8	0.8	21.094	1.150	617.0	709.6	142.062	0.148	1.00000	21.094	14.8
O16	Corte de tubo	10.5	1	10.5	0.8	0.8	16.406	1.150	617.0	709.6	142.062	0.115	1.00000	16.406	11.5
O17	Soldado	13.7	1	13.7	0.8	0.8	21.406	1.150	617.0	709.6	142.062	0.151	1.00000	21.406	15.1
O18	Soldado de parrilla, pared y cabina	21.5	1	21.5	0.8	0.8	33.594	1.150	617.0	709.6	142.062	0.236	1.00000	33.594	23.6
I6	Inspección de tubo	1	2	2	0.8	0.8	3.125	1.150	617.0	709.6	142.062	0.022	1.00000	3.125	2.2
O19	Trazado de quemador	4.5	2	9	0.8	0.8	14.063	1.150	617.0	709.6	142.062	0.099	1.00000	14.063	9.9
O20	Cizallado de plancha	9.8	2	19.6	0.8	0.8	30.625	1.150	617.0	709.6	142.062	0.216	1.00000	30.625	21.6
O21	Trazado de orificio de quemador	5	2	10	0.8	0.8	15.625	1.150	617.0	709.6	142.062	0.110	1.00000	15.625	11.0
O22	Taladrado de agujero en tubo	4.8	2	9.6	0.8	0.8	15.000	1.150	617.0	709.6	142.062	0.106	1.00000	15.000	10.6
O23	Prensado de borde	3.7	2	7.4	0.8	0.8	11.563	1.150	617.0	709.6	142.062	0.081	1.00000	11.563	8.1
O24	Soldado de extremos de barra	11.6	2	23.2	0.8	0.8	36.250	1.150	617.0	709.6	142.062	0.255	1.00000	36.250	25.5
O25	Empernado de quemador	7.5	1	7.5	0.8	0.8	11.719	1.150	617.0	709.6	142.062	0.082	1.00000	11.719	8.2

Actividad	Descripción	TE Puesto	Cantidad	TE Línea	Efic	Util	TE línea '	Fp1	Demanda	Producción por puesto ajustada	CAD Requerid	N puesto	N Ajust	CAD Resut	% Utilizac
I7	Inspección de barra	0.75	1	0.75	0.8	0.8	1.172	1.150	617.0	709.6	142.062	0.008	1.00000	1.172	0.8
O26	Trazado de marco	12.5	1	12.5	0.8	0.8	19.531	1.150	617.0	709.6	142.062	0.137	1.00000	19.531	13.7
O27	Corte de barra	12.5	1	12.5	0.8	0.8	19.531	1.150	617.0	709.6	142.062	0.137	1.00000	19.531	13.7
O28	Soldado	10.75	1	10.75	0.8	0.8	16.797	1.150	617.0	709.6	142.062	0.118	1.00000	16.797	11.8
I8	Inspección de plancha	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	617.0	709.6	142.062	0.005	1.00000	0.781	0.5
O29	Trazado de puerta superior	16.5	1	16.5	0.8	0.8	25.781	1.150	617.0	709.6	142.062	0.181	1.00000	25.781	18.1
O30	Cizallado de plancha	10.5	1	10.5	0.8	0.8	16.406	1.150	617.0	709.6	142.062	0.115	1.00000	16.406	11.5
O31	Doblado	14.5	1	14.5	0.8	0.8	22.656	1.150	617.0	709.6	142.062	0.159	1.00000	22.656	15.9
I9	Inspección de plancha	8.7	1	8.7	0.8	0.8	13.594	1.150	617.0	709.6	142.062	0.096	1.00000	13.594	9.6
O32	Trazado de mango	6	1	6	0.8	0.8	9.375	1.150	617.0	709.6	142.062	0.066	1.00000	9.375	6.6
O33	Cizallado de plancha	6.6	1	6.6	0.8	0.8	10.313	1.150	617.0	709.6	142.062	0.073	1.00000	10.313	7.3
O34	Rolado	13.6	1	13.6	0.8	0.8	21.250	1.150	617.0	709.6	142.062	0.150	1.00000	21.250	15.0
O35	Doblado	9.7	1	9.7	0.8	0.8	15.156	1.150	617.0	709.6	142.062	0.107	1.00000	15.156	10.7
O36	Soldado de mango en puerta	11.6	1	11.6	0.8	0.8	18.125	1.150	617.0	709.6	142.062	0.128	1.00000	18.125	12.8
O37	Soldado de puerta	15.6	1	15.6	0.8	0.8	24.375	1.150	617.0	709.6	142.062	0.172	1.00000	24.375	17.2
I10	Inspección de plancha	1	1	1	0.8	0.8	1.563	1.150	617.0	709.6	142.062	0.011	1.00000	1.563	1.1
O38	Trazado de puerta inferior	15	1	15	0.8	0.8	23.438	1.150	617.0	709.6	142.062	0.165	1.00000	23.438	16.5
O39	Cizallado	10.1	1	10.1	0.8	0.8	15.781	1.150	617.0	709.6	142.062	0.111	1.00000	15.781	11.1
O40	Doblado	12.5	1	12.5	0.8	0.8	19.531	1.150	617.0	709.6	142.062	0.137	1.00000	19.531	13.7
O41	Corte de aberturas	4.5	1	4.5	0.8	0.8	7.031	1.150	617.0	709.6	142.062	0.049	1.00000	7.031	4.9
O42	Soldado	13.7	1	13.7	0.8	0.8	21.406	1.150	617.0	709.6	142.062	0.151	1.00000	21.406	15.1
O43	Empernado	4.5	1	4.5	0.8	0.8	7.031	1.150	617.0	709.6	142.062	0.049	1.00000	7.031	4.9
I11	Inspección de plancha	0.75	1	0.75	0.8	0.8	1.172	1.150	617.0	709.6	142.062	0.008	1.00000	1.172	0.8
O44	Trazado de chimenea	11	1	11	0.8	0.8	17.188	1.150	617.0	709.6	142.062	0.121	1.00000	17.188	12.1
O45	Cizallado	7.5	1	7.5	0.8	0.8	11.719	1.150	617.0	709.6	142.062	0.082	1.00000	11.719	8.2
O46	Doblado	6.8	1	6.8	0.8	0.8	10.625	1.150	617.0	709.6	142.062	0.075	1.00000	10.625	7.5
O47	Rolado	11.7	1	11.7	0.8	0.8	18.281	1.150	617.0	709.6	142.062	0.129	1.00000	18.281	12.9
O48	Soldado	9.86	1	9.86	0.8	0.8	15.406	1.150	617.0	709.6	142.062	0.108	1.00000	15.406	10.8
O49	Rellenado de interior con fibras de vidrio	12.4	1	12.4	0.8	0.8	19.375	1.150	617.0	709.6	142.062	0.136	1.00000	19.375	13.6
O50	Corte por plasma	5.6	1	5.6	0.8	0.8	8.750	1.150	617.0	709.6	142.062	0.062	1.00000	8.750	6.2
I12	Inspección de plancha	1	1	1	0.8	0.8	1.563	1.150	617.0	709.6	142.062	0.011	1.00000	1.563	1.1
O51	Trazado marco de luna	4	1	4	0.8	0.8	6.250	1.150	617.0	709.6	142.062	0.044	1.00000	6.250	4.4
O52	Cizallado de plancha	7.7	1	7.7	0.8	0.8	12.031	1.150	617.0	709.6	142.062	0.085	1.00000	12.031	8.5
O53	Doblado	7.5	1	7.5	0.8	0.8	11.719	1.150	617.0	709.6	142.062	0.082	1.00000	11.719	8.2
O54	Empernado de marco	7.5	1	7.5	0.8	0.8	11.719	1.150	617.0	709.6	142.062	0.082	1.00000	11.719	8.2
O55	Pegado de luna	3.5	1	3.5	0.8	0.8	5.469	1.150	617.0	709.6	142.062	0.038	1.00000	5.469	3.8
O56	Montaje eléctrico	45	1	45	0.8	0.8	70.313	1.150	617.0	709.6	142.062	0.495	1.00000	70.313	49.5
O57	Pintado	34	1	34	0.8	0.8	53.125	1.150	617.0	709.6	142.062	0.374	1.00000	53.125	37.4
I13	Inspección	24.5	1	24.5	0.8	0.8	38.281	1.150	617.0	709.6	142.062	0.269	1.00000	38.281	26.9
O58	Embalado	8.6	1	8.6	0.8	0.8	13.438	1.150	617.0	709.6	142.062	0.095	1.00000	13.438	9.5

Anexo 26: Balance de línea del horno rotativo

Demanda Anual	643
Total min Anual	100800
N turno/día	1
N° Hrs x Turn	7
N° día/sem	5

Actividad	Descripción	TE Puesto	Cantidad	TE Línea	Eficiencia	Utilización	TE línea '	Fp1	Demanda	Demanda ajustada	Producción por puesto	CAD Requerid	N puesto	N Ajust	CAD Resut	% Utilizac
I1	Inspección de plancha	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O1	Trazado de base	34	1	34	0.8	0.8	53.125	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.448	1.0	53.125	44.8
O2	Cizallado	11.5	1	11.5	0.8	0.8	17.969	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.152	1.0	17.969	15.2
O3	Doblado	14.5	1	14.5	0.8	0.8	22.656	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.191	1.0	22.656	19.1
I2	Inspección de cabina interior	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O4	Trazado de cabina interior	36	1	36	0.8	0.8	56.250	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.475	1.0	56.250	47.5
O5	Cizallado	12.5	1	12.5	0.8	0.8	19.531	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.165	1.0	19.531	16.5
O6	Doblado	17.5	1	17.5	0.8	0.8	27.344	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.231	1.0	27.344	23.1
O7	Destaje	7	1	7	0.8	0.8	10.938	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.092	1.0	10.938	9.2
O8	Doblado	13.5	1	13.5	0.8	0.8	21.094	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.178	1.0	21.094	17.8
O9	Soldado de base y cabina interior	18.6	1	18.6	0.8	0.8	29.063	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.245	1.0	29.063	24.5
I3	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O10	Trazado de ventilador	11.5	1	11.5	0.8	0.8	17.969	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.152	1.0	17.969	15.2
O11	Cizallado	10.5	1	10.5	0.8	0.8	16.406	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.138	1.0	16.406	13.8
O12	Soldado	8.6	1	8.6	0.8	0.8	13.438	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.113	1.0	13.438	11.3
O13	Balanceo dinámico	7.5	1	7.5	0.8	0.8	11.719	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.099	1.0	11.719	9.9
O14	Empernado de ventilador con cabina	6.4	1	6.4	0.8	0.8	10.000	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.084	1.0	10.000	8.4
I4	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O15	Trazado de caja de intercambio	5.6	1	5.6	0.8	0.8	8.750	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.074	1.0	8.750	7.4
O16	Cizallado	10.6	1	10.6	0.8	0.8	16.563	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.140	1.0	16.563	14.0
O17	Rolado	14.6	1	14.6	0.8	0.8	22.813	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.19	1.0	22.813	19.2
I5	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O18	Trazado de caja quemador	6.3	1	6.3	0.8	0.8	9.844	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.083	1.0	9.844	8.3
O19	Cizallado	11.5	1	11.5	0.8	0.8	17.969	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.152	1.0	17.969	15.2
O20	Doblado	13.8	1	13.8	0.8	0.8	21.563	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.182	1.0	21.563	18.2
O21	Soldado de cajas con cabina	10.5	1	10.5	0.8	0.8	16.406	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.138	1.0	16.406	13.8
O22	Empernado	5.6	1	5.6	0.8	0.8	8.750	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.074	1.0	8.750	7.4
O23	Rellenado con fibra	16.7	1	16.7	0.8	0.8	26.094	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.220	1.0	26.094	22.0
I6	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O24	Trazado de cabina exterior	33	1	33	0.8	0.8	51.563	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.435	1.0	51.563	43.5
O25	Cizallado	20.5	1	20.5	0.8	0.8	32.031	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.270	1.0	32.031	27.0
O26	Doblado	24.4	1	24.4	0.8	0.8	38.125	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.322	1.0	38.125	32.2

Actividad	Descripción	TE Puesto	Cantidad	TE Línea	Eficiencia	Utilización	TE línea '	Fp1	Demanda	Demanda ajustada	Producción por puesto	CAD Requerid	N puesto	N Ajust	CAD Resut	% Utilizac
I7	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O27	Trazado de pared	25	1	25	0.8	0.8	39.063	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.330	1.0	39.063	33.0
O28	Cizallado	18.4	1	18.4	0.8	0.8	28.750	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.243	1.0	28.750	24.3
O29	Doblado	22.5	1	22.5	0.8	0.8	35.156	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.297	1.0	35.156	29.7
O30	Corte con plasma	13.5	1	13.5	0.8	0.8	21.094	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.178	1.0	21.094	17.8
O31	Ensamblado de cabinas	17.5	1	17.5	0.8	0.8	27.344	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.231	1.0	27.344	23.1
I8	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O32	Trazado de chimenea	6.8	1	6.8	0.8	0.8	10.625	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.090	1.0	10.625	9.0
O33	Cizallado	9.7	1	9.7	0.8	0.8	15.156	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.128	1.0	15.156	12.8
O34	Doblado	12.2	1	12.2	0.8	0.8	19.063	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.161	1.0	19.063	16.1
O35	Rolado	13.5	1	13.5	0.8	0.8	21.094	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.18	1.0	21.094	17.8
O36	Soldado de chimenea y cabina	12.5	1	12.5	0.8	0.8	19.531	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.165	1.0	19.531	16.5
O37	Refrentado de cruceta	8.5	1	8.5	0.8	0.8	13.281	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.112	1.0	13.281	11.2
O38	Cilindrado de cruceta	9.7	1	9.7	0.8	0.8	15.156	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.128	1.0	15.156	12.8
O39	Refrentado de boca masa	8.5	1	8.5	0.8	0.8	13.281	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.112	1.0	13.281	11.2
O40	Refrentado de eje	8.2	1	8.2	0.8	0.8	12.813	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.108	1.0	12.813	10.8
O41	Ensamblado de piezas torneadas en cabina	16.6	1	16.6	0.8	0.8	25.938	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.219	1.0	25.938	21.9
I9	Inspección	0.5	4	2	0.8	0.8	3.125	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.026	1.0	3.125	2.6
O42	Trazado de varilla	5.6	4	22.4	0.8	0.8	35.000	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.295	1.0	35.000	29.5
O43	Corte de varilla	13.1	4	52.4	0.8	0.8	81.875	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.691	1.0	81.875	69.1
I10	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O44	Trazado de guías	4.6	1	4.6	0.8	0.8	7.188	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.061	1.0	7.188	6.1
O45	Corte de guías	11.1	1	11.1	0.8	0.8	17.344	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.146	1.0	17.344	14.6
O46	Doblado	10.7	1	10.7	0.8	0.8	16.719	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.141	1.0	16.719	14.1
O47	Soldado de guía y varilla	9.5	1	9.5	0.8	0.8	14.844	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.125	1.0	14.844	12.5
O48	Ensamblado de coche giratorio y elevador	17.4	1	17.4	0.8	0.8	27.188	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.229	1.0	27.188	22.9
I11	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O49	Trazado de la puerta	16.4	1	16.4	0.8	0.8	25.625	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.216	1.0	25.625	21.6
O50	Cizallado	13.4	1	13.4	0.8	0.8	20.938	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.177	1.0	20.938	17.7
O51	Doblado	14.6	1	14.6	0.8	0.8	22.813	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.192	1.0	22.813	19.2
O52	Corte de aberturas	5.7	1	5.7	0.8	0.8	8.906	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.075	1.0	8.906	7.5
O53	Taladrado	8.4	1	8.4	0.8	0.8	13.125	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.111	1.0	13.125	11.1
O54	Cortado de tubo	3	1	3	0.8	0.8	4.688	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.040	1.0	4.688	4.0
O55	Empernado	6.7	1	6.7	0.8	0.8	10.469	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.088	1.0	10.469	8.8
O56	Cortado por plasma	5.6	1	5.6	0.8	0.8	8.750	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.074	1.0	8.750	7.4
O57	Trazado de marco	4.5	1	4.5	0.8	0.8	7.031	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.059	1.0	7.031	5.9
I12	Inspección	0.5	1	0.5	0.8	0.8	0.781	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.007	1.0	0.781	0.7
O58	Cizallado	9.6	1	9.6	0.8	0.8	15.000	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.127	1.0	15.000	12.7
O59	Doblado	12.4	1	12.4	0.8	0.8	19.375	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.163	1.0	19.375	16.3
O60	Rolado	14.4	1	14.4	0.8	0.8	22.500	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.19	1.0	22.500	19.0
O61	Remachado de marco en cabina	4.6	1	4.6	0.8	0.8	7.188	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.061	1.0	7.188	6.1
O62	Pegado de luna	3.4	1	3.4	0.8	0.8	5.313	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.045	1.0	5.313	4.5
O63	Montaje eléctrico	124	1	124	0.8	0.8	193.750	1.150	643.0	739.5	850	118.537	1.635	2.0	96.875	81.7
O64	Pintado	26.4	1	26.4	0.8	0.8	41.250	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.348	1.0	41.250	34.8
I14	Inspección	35	1	35	0.8	0.8	54.688	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.461	1.0	54.688	46.1
O65	Embalado	14	1	14	0.8	0.8	21.875	1.150	643.0	739.5	850	118.537	0.185	1.0	21.875	18.5

Anexo 27: Método de Guerchet

➤ Para las áreas: Doblado, rolado, torneado, trazado, cortado y taladrado.

	Elemento	Cantidad n	Lados N	Largo	Ancho	Altura	SS = L * A	Área total: área * n	SG= Área * N	Área total * altura	SS+SG	K	SE= K*(SS+SG)	ST por estación	ST	
Elementos fijos	banco de trabajo	5	2	2.5	1.3	0.9	3.25	16.25	6.5	14.625	9.75	0.63	6.15890699	15.90891	79.545	
	dobladora	3	1	3.7	1.6	1.58	5.92	17.76	5.92	28.0608	11.84	0.63	7.47912398	19.31912	57.957	
	roladora de tubo	1	1	1.75	0.6	1	1.05	1.05	1.05	1.05	2.1	0.63	1.32653381	3.426534	3.4265	
	torno paralelo	1	1	2.22	1.1	1.4	2.442	2.442	2.442	3.4188	4.884	0.63	3.08513864	7.969139	7.9691	
	cierra circular	2	1	2.1	0.53	1.45	1.113	2.226	1.113	3.2277	2.226	0.63	1.40612584	3.632126	7.2643	
	taladrado de columna	1	1	0.55	0.45	1.6	0.2475	0.2475	0.2475	0.396	0.495	0.63	0.31268297	0.807683	0.8077	
	cizalla manual	3	1	1.07	0.66	0.26	0.7062	2.1186	0.7062	0.550836	1.4124	0.63	0.89218874	2.304589	6.9138	
TOTAL								42.0941	TOTAL	51.329136						
Elementos móviles	operarios	17				1.7	0.5	8.5	0	14.45	0.5	0.63	0.31584138	0.815841	13.869	
	soldadora	2	1	0.6	0.38	0.78	0.228	0.456	0.228	0.35568	0.456	0.63	0.28804734	0.744047	1.4881	
	cortadora por plasma	1	1	1.2	1	0.7	1.2	1.2	1.2	0.84	2.4	0.63	1.51603864	3.916039	3.916	
TOTAL								10.156	TOTAL	15.64568	ÁREA TOTAL		183			

hm	1.5405	k	0.632
hf	1.2194		

➤ Para la sección de ensamble

ÁREA ENSAMBLE	Elemento	Cantidad n	Lados N	Largo	Ancho	Altura	SS = L * A	Área total: área * n	SG= Área * N	Área total * altura	SS+SG	K	SE= K*(SS+SG)	ST por estación	ST	
Elementos fijos	horno rotativo	2	4	1.35	1.45	1.75	1.9575	3.915	7.83	6.85125	9.7875	0.47	4.64885915	14.43636	28.873	
	horno estacionario	1	4	1.05	1.6	1.72	1.68	1.68	6.72	2.8896	8.4	0.47	3.98982547	12.38983	12.39	
	estantes	2	1	1.3	0.6	1.5	0.78	1.56	0.78	2.34	1.56	0.47	0.74096759	2.300968	4.6019	
TOTAL								7.155	TOTAL	12.08085						
Elementos móviles	operarios	3				1.7	0.5	1.5	0	2.55	0.5	0.47	0.23748961	0.73749	2.2125	
	soldadora	1	1	0.6	0.38	0.78	0.228	0.228	0.228	0.17784	0.456	0.47	0.21659053	0.672591	0.6726	
	soldadora tig	1	1	0.6	0.76	1.7	0.456	0.456	0.456	0.7752	0.912	0.47	0.43318105	1.345181	1.3452	
TOTAL								2.184	TOTAL	3.50304	ÁREA TOTAL		50.1			

hm	1.604	k	0.475
hf	1.6884		

➤ Para la sección de pintado

ÁREA PINTADO	Elemento	Cantidad n	Lados N	Largo	Ancho	Altura	SS = L * A	Área total: área * n	SG= Área * N	Área total * altura	SS+SG	K	SE= K*(SS+SG)	ST por estación	ST
Elementos fijos	compresora	1	1	0.6	0.38	0.78	0.228	0.228	0.228	0.17784	0.456	0.52	0.23497071	0.690971	0.691
	horno rotativo	1	4	1.35	1.45	1.75	1.9575	1.9575	7.83	3.425625	9.7875	0.52	5.04336797	14.83087	14.831
	horno estacionario	1	4	1.05	1.6	1.72	1.68	1.68	6.72	2.8896	8.4	0.52	4.32840776	12.72841	12.728
	estantes	1	1	1.3	0.6	1.5	0.78	0.78	0.78	1.17	1.56	0.52	0.80384716	2.363847	2.3638
TOTAL								4.6455	TOTAL	7.663065					
Elementos móviles	operarios	1				1.7	0.5	0.5	0	0.85	0.5	0.52	0.25764332	0.757643	0.7576
TOTAL								0.5	TOTAL	0.85					
ÁREA TOTAL														31.4	

hm	1.7	k	0.515
hf	1.6496		

➤ Para la sección de montaje eléctrico

MONTAJE ELÉCTRICO	Elemento	Cantidad n	Lados N	Largo	Ancho	Altura	SS = L * A	Área total: área * n	SG= Área * N	Área total * altura	SS+SG	K	SE= K*(SS+SG)	ST por estación	ST
Elementos fijos	horno rotativo	2	2	1.35	1.45	1.75	1.9575	3.915	3.915	6.85125	5.8725	0.47	2.7770386	8.649539	17.299
	horno estacionario	1	2	1.05	1.6	1.72	1.68	1.68	3.36	2.8896	5.04	0.47	2.3833588	7.423359	7.4234
	estantes	2	1	1.3	0.6	2	0.78	1.56	0.78	3.12	1.56	0.47	0.73770629	2.297706	4.5954
TOTAL								7.155	TOTAL	12.86085					
Elementos móviles	operarios	3				1.7	0.5	1.5	0	2.55	0.5	0.47	0.23644433	0.736444	2.2093
TOTAL								1.5	TOTAL	2.55					
ÁREA TOTAL														31.5	










hm	1.7	k	0.473
hf	1.7975		

Anexo 28: Distribución de la alternativa 1 en planta nueva

Primer piso: Se encuentran las áreas de producción. Ver leyenda para mayor detalle.

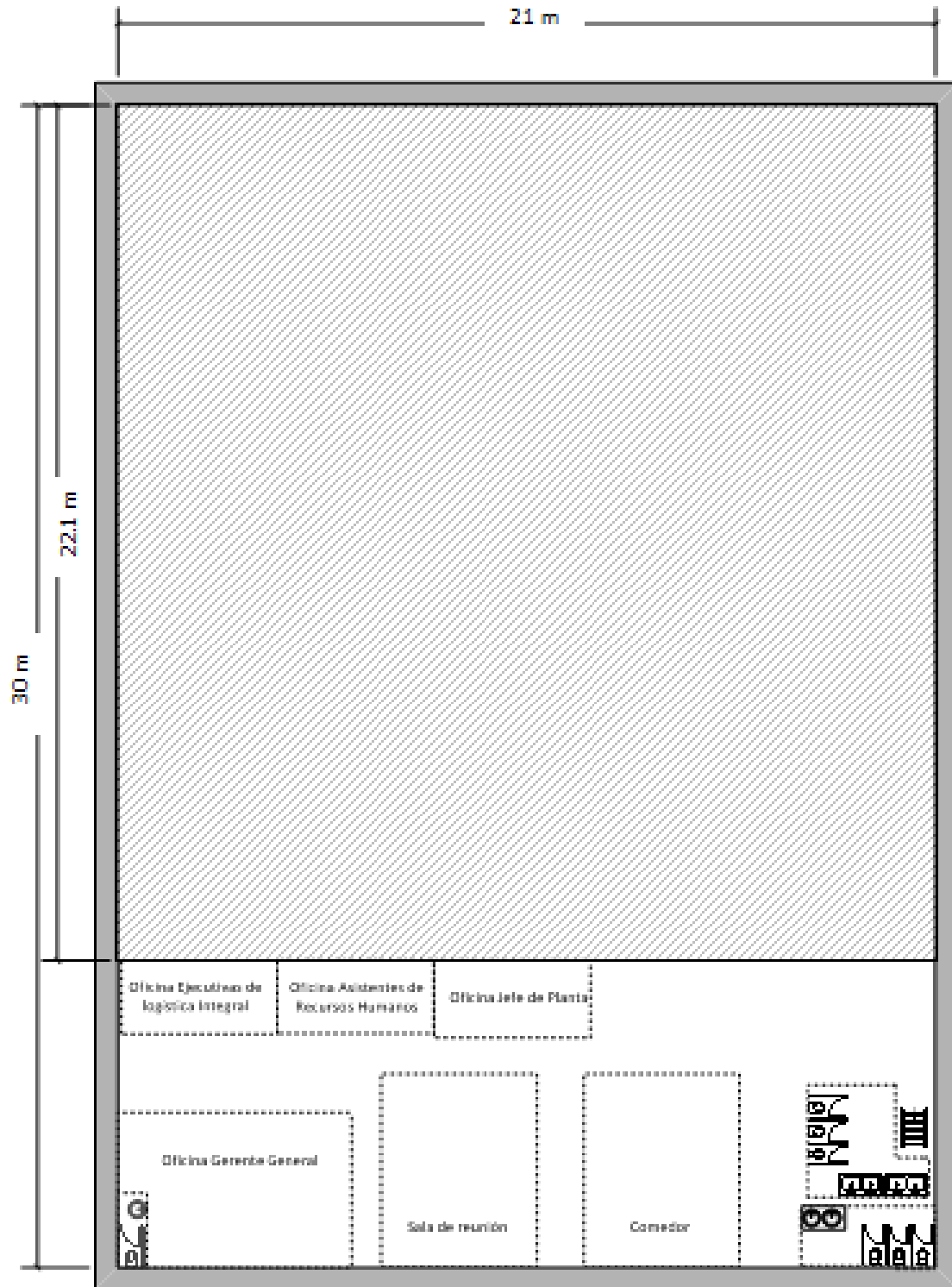


Leyenda:

	Área	m ²
	Ensamble	60.11
	Montaje Eléctrico	37.83
	Pintado	40.78
	Trazado	93
	Taladrado	1.49
	Soldado	7.04
	Doblado	60.42
	Cortado	9.36
	Almacén de Materia Prima	35
	Rolado	4.05
	Almacén de Productos Terminados	161.32
	Torneado	8.77

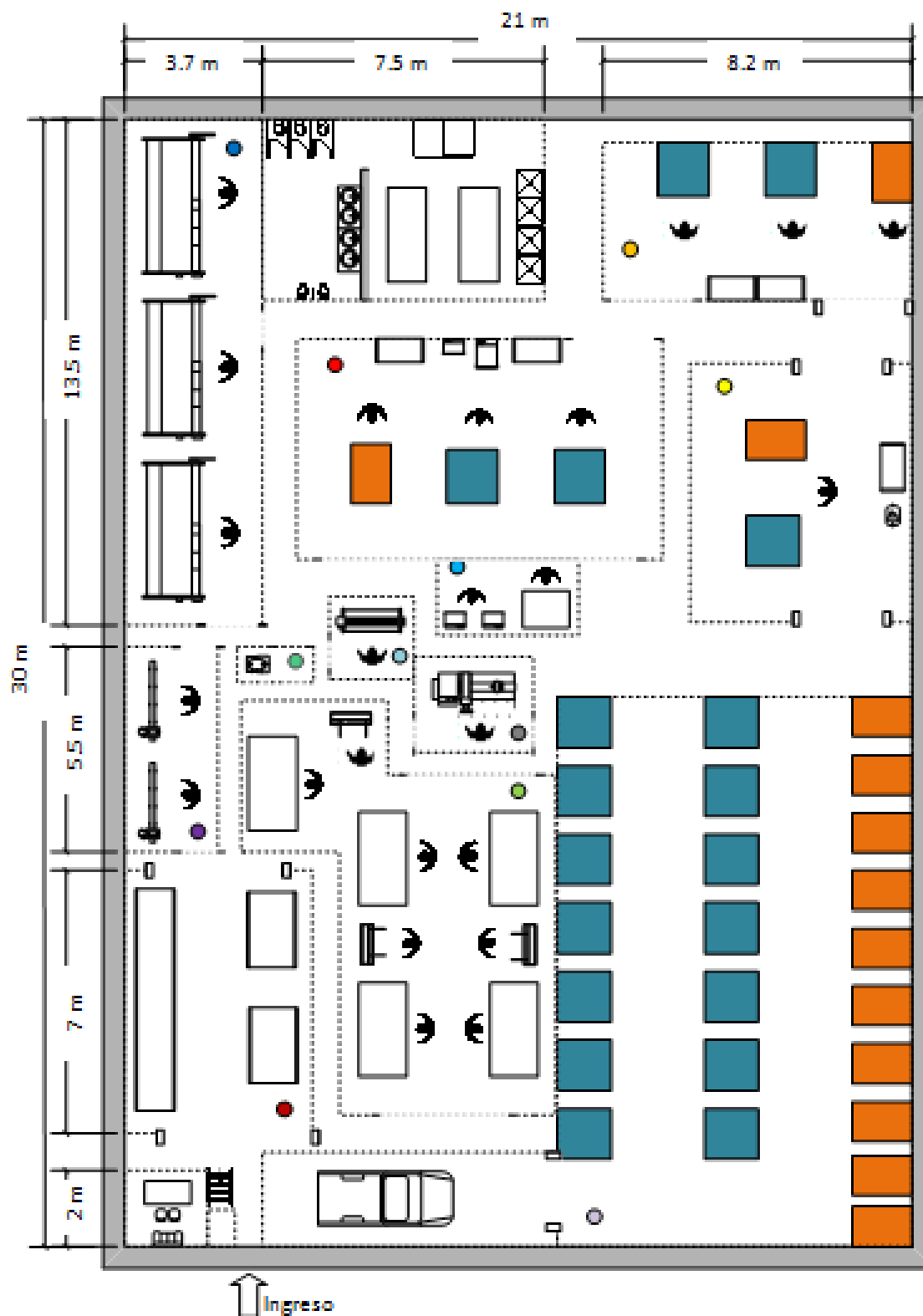
Asimismo, se consideran los hornos anaranjados como estacionarios, mientras que los hornos turquesas, representan los rotativos.

Segundo piso: Se encuentran las oficinas. Asimismo, el área sombreada representa el área no construida.



Anexo 29: Distribución de la alternativa 2 en planta nueva

Primer piso: Se encuentran las áreas de producción. Ver leyenda para mayor detalle.

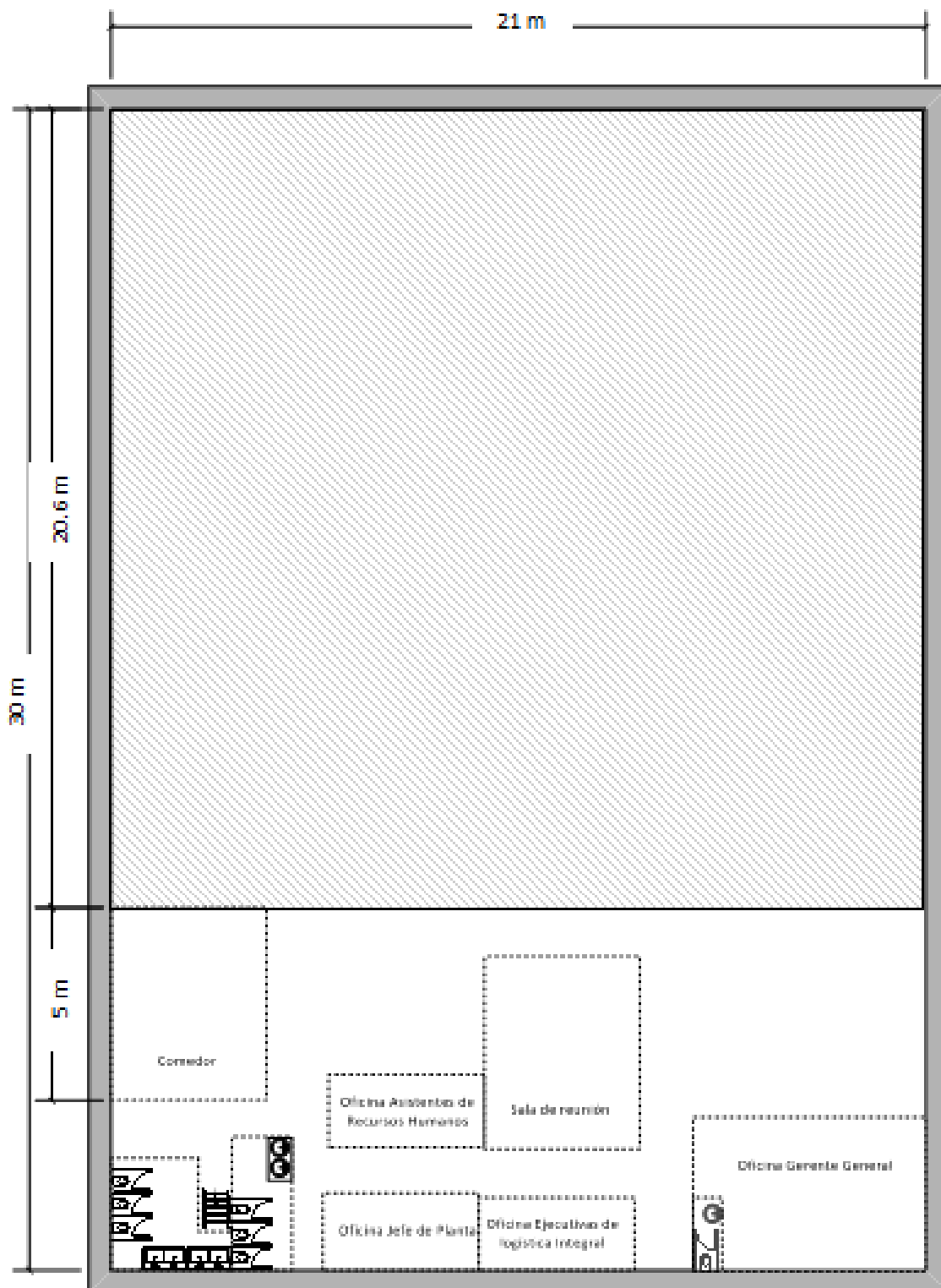


Leyenda:

	Área	m ²
●	Ensamble	60.11
●	Montaje Eléctrico	37.83
●	Pintado	40.78
●	Trazado	93
●	Taladrado	1.49
●	Soldado	7.04
●	Doblado	60.42
●	Cortado	9.36
●	Almacén de Materia Prima	35
●	Rolado	4.05
●	Almacén de Productos Terminados	161.32
●	Torneado	8.77

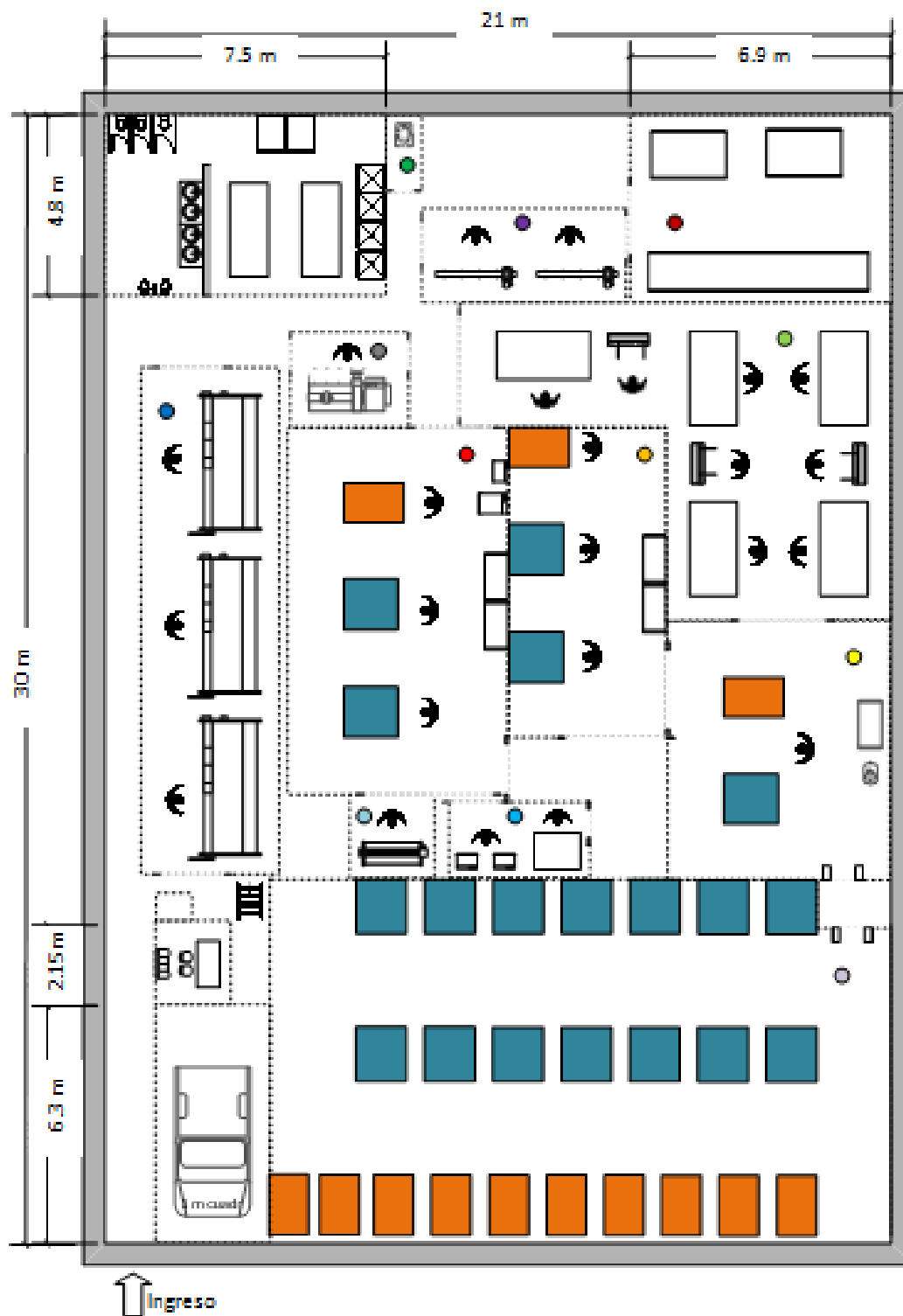
Asimismo, se consideran los hornos anaranjados como estacionarios, mientras que los hornos turquesas, representan los rotativos.

Segundo piso: Se encuentran las oficinas. Asimismo, el área sombreada representa el área no construida.



Anexo 30: Distribución de la alternativa 3 en planta nueva

Primer piso: Se encuentran las áreas de producción. Ver leyenda para mayor detalle.

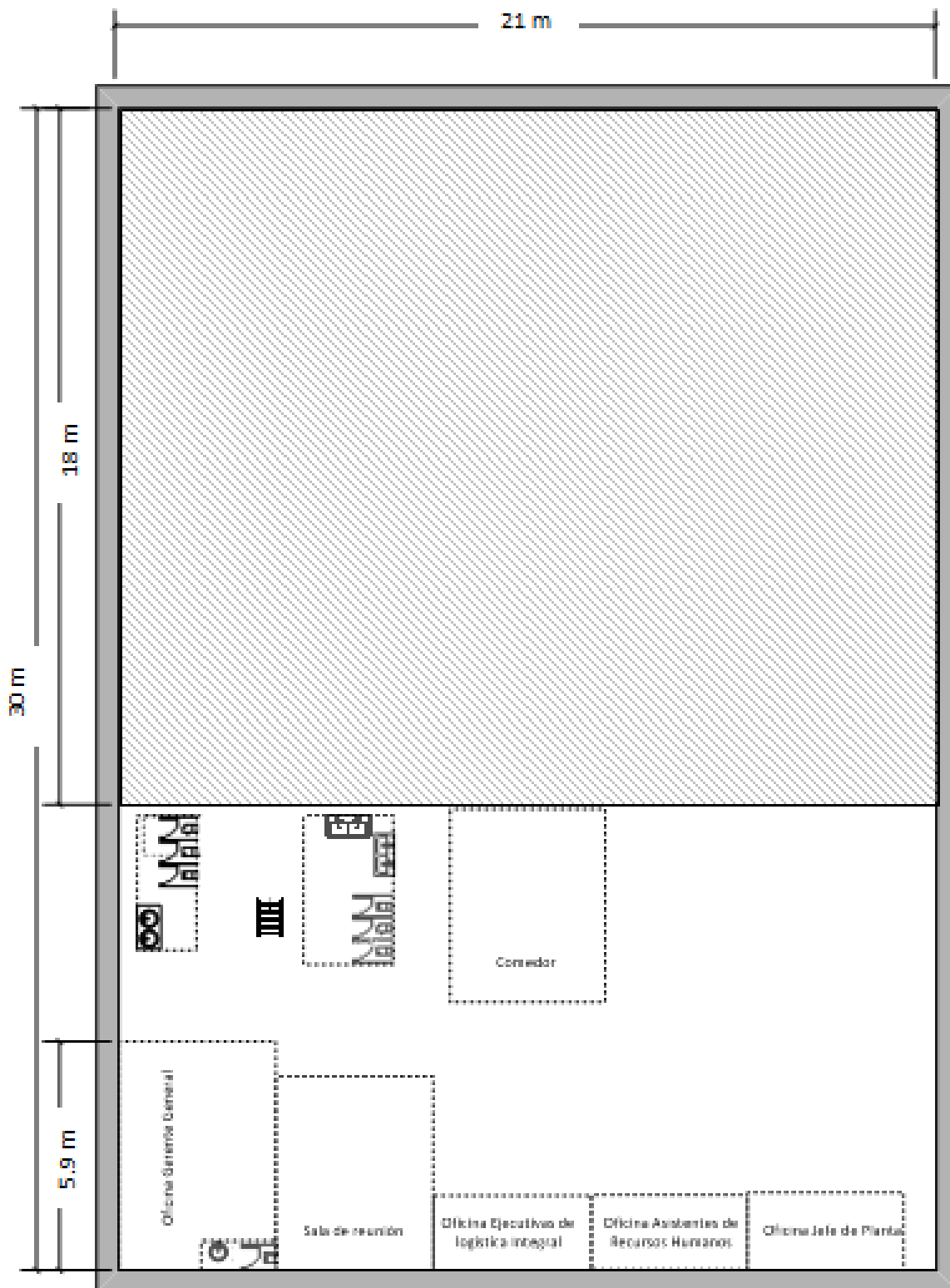


Leyenda:

	Área	m ²
●	Ensamble	60.11
●	Montaje Eléctrico	37.83
●	Pintado	40.78
●	Trazado	93
●	Taladrado	1.49
●	Soldado	7.04
●	Doblado	60.42
●	Cortado	9.36
●	Almacén de Materia Prima	35
●	Rolado	4.05
●	Almacén de Productos Terminados	161.32
●	Torneado	8.77

Asimismo, se consideran los hornos anaranjados como estacionarios, mientras que los hornos turquesas, representan los rotativos.

Segundo piso: Se encuentran las oficinas. Asimismo, el área sombreada representa el área no construida.



Anexo 31: Cálculo de la utilidad promedio de los hornos

Para el cálculo de la utilidad promedio de los hornos, se consideró la proyección de la demanda al año 2014 y el precio de venta de cada horno, brindado por la empresa de estudio.

Tipo de Horno	Proyección 2014	Precio de Venta
Horno Rotativo	371	S/. 6,500.00
Horno Estacionario	331	S/. 3,400.00

A continuación se muestran los estados de ganancias y pérdidas de los hornos rotativos y estacionarios a diciembre del año 2014.

- Estado de ganancias y pérdidas del horno rotativo

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS	
(En miles de nuevos soles al 31 de diciembre 2014)	
Ingresos operativos	
Ventas Netas	S/. 2,411.50
Gastos Operativos	
Costo de Venta	S/. 1,181.64
Utilidad Bruta	S/. 1,229.87
Gastos Operacionales	
Gastos de administración	S/. 123.00
Gastos operativos	S/. 237.24
Gastos de ventas	S/. 172.35
Otros gastos Netos	S/. 56.79
Total de gastos operaciones	S/. 589.37
Ganancia (Pérdida) Operativa	S/. 640.50
Gastos por impuesto a la ganancia	S/. 192.15
Ganancia Neta del ejercicio	S/. 448.35
Volumen de producción horno rotativo	371
Ganancia Neta horno rotativo	S/. 448.35
Ganancia promedio por producto horno rotativo	S/. 1.20849

➤ Estado de ganancias y pérdidas del horno estacionario

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS	
(En miles de nuevos soles al 31 de diciembre 2014)	
Ingresos operativos	
Ventas Netas	S/. 1,125.40
Gastos Operativos	
Costo de Venta	S/. 393.89
Utilidad Bruta	S/. 731.51
Gastos Operacionales	
Gastos de administración	S/. 73.00
Gastos operativos	S/. 86.00
Gastos de ventas	S/. 123.46
Otros gastos Netos	S/. 43.00
Total de gastos operaciones	S/. 325.46
Ganancia (Pérdida) Operativa	S/. 406.05
Gastos por impuesto a la ganancia	S/. 121.82
Ganancia Neta del ejercicio	S/. 284.24
Volumen de producción horno estacionario	331
Ganancia Neta horno estacionario	S/. 284.24
Ganancia promedio por producto horno estacionario	S/. 0.85872

Anexo 32: Tiempos de retraso a causa de los incidentes

Tipos de incidentes y/o accidentes en ambos hornos	Frecuencia	Tiempo de retraso al mes (minutos)
Corte en el dedo a causa de la cizalladora *	3 veces/mes	30
Corte con el filo de las planchas de acero	9 veces/mes	90
Tropezos entre personas en los traslados entre áreas	20 veces/mes	20
Derrame de balde pintura	4 veces/mes	60
Impregnación de fibra de vidrio al cuerpo	5 veces/mes	50
Tropezos al ir de área en área a causa del desorden	40 veces/mes	40
Corte con virutas al usar el torno *	4 veces/mes	20
* Estos accidentes son causantes de las paradas de máquinas		

Anexo 33: Tiempo de traslado innecesario

A continuación se muestran los tiempos de traslados innecesarios antes y después de la distribución para cada tipo de horno.

➤ Horno estacionario

Traslados		Horno Estacionario					
De	Hacia	Tiempo de traslado para un horno antes de la distribución (minutos)	Cantidad de traslados por áreas	Tiempo total mensual para un horno (minutos)	Tiempo de traslado para un horno después de la distribución (minutos)	Cantidad de traslados por áreas	Tiempo total mensual para un horno (minutos)
Almacén de materia prima	Trazado	3	12	36	0.75	12	9
Trazado	Doblado	1.5	6	9	0.5	6	3
Ensamble	Soldado	9	10	90	0.25	10	2.5
Doblado	Ensamble	7	2	14	0.75	2	1.5
Ensamble	Rolado	4	1	4	0.5	1	0.5
Torneado	Ensamble	12	0	0	1.5	0	0
Almacén de materia prima	Torneado	1.5	0	0	1.25	0	0
Doblado	Soldado	3	4	12	0.75	4	3
Trazado	Soldado	3	1	3	1	1	1
Doblado	Rolado	6	2	12	0.75	2	1.5
Rolado	Soldado	8	0	0	0.25	0	0
Trazado	Rolado	10	1	10	1	1	1
Trazado	Taladrado	2	0	0	0.5	1	0.5
Pintado	Almacén de Productos terminados	3	1	3	0.5	1	0.5
Trazado	Ensamble	4.5	1	4.5	1.75	1	1.75
Ensamble	Montaje Eléctrico	5.5	0	0	1	1	1
Montaje Eléctrico	Pintado	0	0	0	1	1	1
Ensamble	Taladrado	3	1	3	0.5	1	0.5
Doblado	Taladrado	3	1	3	0.25	1	0.25
				203.5			28.5

➤ Horno rotativo

Traslados		Horno Rotativo						
De	Hacia	Tiempo de traslado para un horno antes de la distribución (minutos)	Cantidad de traslados por áreas	Tiempo total para un horno (minutos)	Tiempo de traslado para un horno después de la distribución (minutos)	Cantidad de traslados por áreas	Tiempo total para un horno (minutos)	
Almacén de materia prima	Trazado	3	13	39	0.75	13	9.75	
Trazado	Doblado	1.5	12	18	0.5	12	6	
Ensamble	Soldado	9	5	45	0.25	5	1.25	
Doblado	Ensamble	7	4	28	0.75	4	3	
Ensamble	Rolado	4	3	12	0.5	3	1.5	
Torneado	Ensamble	12	3	36	1.5	3	4.5	
Almacén de materia prima	Torneado	1.5	3	4.5	1.25	3	3.75	
Doblado	Soldado	3	2	6	0.75	2	1.5	
Trazado	Soldado	3	1	3	1	1	1	
Doblado	Rolado	6	2	12	0.75	2	1.5	
Rolado	Soldado	8	0	0	0.25	0	0	
Trazado	Rolado	10	1	10	1	1	1	
Trazado	Taladrado	2	1	2	0.5	1	0.5	
Pintado	Almacén de Productos terminados	3	0	0	0.5	1	0.5	
Trazado	Ensamble	4.5	0	0	1.75	1	1.75	
Ensamble	Montaje Eléctrico	5.5	1	5.5	1	1	1	
Montaje Eléctrico	Pintado	0	0	0	1	1	1	
Ensamble	Taladrado	3	1	3	0.5	1	0.5	
Doblado	Taladrado	3	0	0	0.25	0	0	
				224				
					40			

Resumiendo ambos tiempos para los dos tipos de horno, se obtiene:

Horno	Antes	Después	Diferencia (minutos)	Diferencia (horas)
Horno Estacionario	203.5	28.5	175	2.92
Horno Rotativo	224	40	184	3.07

Anexo 34: Tiempo de demora de limpieza a las áreas

Áreas	Tiempo mensual antes de la distribución (minutos)	Tiempo mensual después de la distribución (minutos)
Soldado	480	120
Taladrado	56	8.75
Trazado/Cortado	160	40
Doblado	320	87.5
Rolado	96	17.5
Torneado	120	24.5
Ensamble	208	70
Pintado	64	10.5
Almacén Producto Terminado	160	52.5
Montaje Eléctrico	40	10.5
Almacén de Materia Prima	80	21
Total Tiempo	1784	462.75

Anexo 35: Tiempo de encontrar herramientas

Áreas	Tiempo mensual antes de la distribución (minutos)	Tiempo mensual después de la distribución (minutos)
Soldado	49	5
Taladrado	14	1
Trazado/Cortado	95	6
Doblado	42	5
Rolado	28	3
Torneado	35	3
Ensamble	70	5
Pintado	17.5	3
Almacén Producto Terminado	10.5	3
Montaje Eléctrico	63	5
Almacén de Materia Prima	49	4
Total Tiempo	473	43

Anexo 36: Detalle de Egresos

Se considera lo siguiente:

➤ Inversión del terreno y construcción

Se adquirió un terreno de 630 m², de 21m de ancho x 30 m de largo, cuyo costo por m² fue de 700 soles. Asimismo, sólo se está construyendo un área de 827.88 m² (área obtenida luego de realizar el cálculo de requerimiento de espacios). Este costo incluye mano de obra, materiales e instalaciones de agua y luz. Por otro lado, otra inversión que debe considerarse, es el costo de documentación que incluye la licencia de funcionamiento, la autorización de defensa civil, registro en la SUNAT, entre otros. Asimismo, se está considerando el costo de transporte de mudanza de las máquinas a la nueva planta. Todos estos costos, fueron brindados por la empresa.

A continuación se muestra el detalle de la inversión en el terreno, su construcción y sus permisos.

Criterios	m ²	Costo por m ²	Costo total
Costo del terreno	630	S/. 700.00	S/. 441,000.00
Costo de construcción e instalaciones (agua, luz)	827.88	S/. 930.00	S/. 769,928.40
Costo de documentación (licencia de funcionamiento, autorización de defensa civil, etc)	-	-	S/. 2,500.00
Costo de transporte de mudanza	-	-	S/. 5,000.00
Inversión en compra y construcción del terreno			S/. 1,213,428.40

➤ Costo por implementación de 5S's y mantenimiento autónomo

Según se mencionó en el capítulo 4, para la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo, las secciones de trabajo iban a ser divididas en 6 grupos y se contrataría personal externo para realizar las capacitaciones. En el siguiente cuadro se muestra el detalle del personal externo necesario para las capacitaciones.

Personal	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Sueldo Mensual	Costo por hora
Coordinador	1						S/. 15,500.00	S/. 110.71
Auditor	1							S/. 520.00
Facilitador de sección	1	1	1	1	1	1	S/. 2,500.00	S/. 17.86
Facilitador de recursos humanos	2			2			S/. 1,800.00	S/. 12.86
Líder	1		1		1		S/. 5,000.00	S/. 35.71
Operarios	24						S/. 1,200.00	S/. 12.26
Experto en LEAN	1							S/. 350.00

En base a lo mostrado, se procede a realizar el detalle de costos incurridos por grupo.

GRUPO 1	Almacén de Materia Prima	Cantidad	Costo en S/.	Total
	Costo de estantería para el almacenaje de planchas de acero	1	S/. 750.00	S/. 750.00
	Costo de estantería para almacenaje de fierro	1	S/. 860.00	S/. 860.00
	Costo de estantería para insumos	1	S/. 450.00	S/. 450.00
	Pintado			
	Costo de estantería de insumos	1	S/. 335.00	S/. 335.00
	Costo de estantería de herramientas	1	S/. 235.00	S/. 235.00
	Tacho de almacén de desperdicio	2	S/. 45.00	S/. 90.00
	Costo de tablero de gestión Visual	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Pintura	2	S/. 65.00	S/. 130.00
	Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc)	1	S/. 125.00	S/. 125.00
	Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc)	3	S/. 125.00	S/. 375.00
Equipos de protección personal	5	S/. 140.00	S/. 700.00	
GRUPO 2	Sección de trazado	Cantidad	Costo en S/.	Total
	Costo de estantería de herramientas	5	S/. 345.00	S/. 1,725.00
	Sección de cortado			
	Costo de estantería de herramientas	3	S/. 235.00	S/. 705.00
	Costo de estantería de producto en proceso	3	S/. 215.00	S/. 645.00
	Tacho de almacén de metal	3	S/. 45.00	S/. 135.00
	Costo de tablero de gestión Visual	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Pintura	2	S/. 65.00	S/. 130.00
	Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc)	1	S/. 125.00	S/. 125.00
	Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc)	2	S/. 125.00	S/. 250.00
Equipos de protección personal	8	S/. 140.00	S/. 1,120.00	
GRUPO 3	Sección de rolado	Cantidad	Costo en S/.	Total
	Costo de estantería de herramientas	1	S/. 215.00	S/. 215.00
	Costo de estantería de producto en proceso	1	S/. 135.00	S/. 135.00
	Sección de doblado			
	Costo de estantería de herramientas	3	S/. 225.00	S/. 675.00
	Costo de tablero de gestión Visual	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Pintura	2	S/. 65.00	S/. 130.00
	Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc)	1	S/. 125.00	S/. 125.00
	Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc)	2	S/. 125.00	S/. 250.00
Equipos de protección personal	4	S/. 140.00	S/. 560.00	
GRUPO 4	Sección de Soldado	Cantidad	Costo en S/.	Total
	Costo de estantería para insumos	2	225	450
	Costo de estantería de herramientas	2	345	690
	Tacho de almacén de desperdicio	2	45	90
	Sección de ensamble			
	Costo de estantería para insumos	3	245	735
	Costo de estantería de herramientas	3	267	801
	Tacho de almacén de desperdicio	3	45	135
	Costo de tablero de gestión Visual	1	250	250
	Pintura	2	65	130
	Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc)	1	125	125
Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc)	2	125	250	
Equipos de protección personal	6	140	840	
GRUPO 5	Sección de montaje eléctrico	Cantidad	Costo en S/.	Total
	Estantería de herramientas	2	S/. 345.00	S/. 690.00
	Estantería de insumos	2	S/. 225.00	S/. 450.00
	Costo de tablero de gestión Visual	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Pintura	1	S/. 65.00	S/. 65.00
	Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc)	1	S/. 125.00	S/. 125.00
	Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc)	1	S/. 125.00	S/. 125.00
Equipos de protección personal	2	S/. 140.00	S/. 280.00	
GRUPO 6	Sección de torneado	Cantidad	Costo en S/.	Total
	Costo de estantería de herramientas	1	S/. 125.00	S/. 125.00
	Costo de estantería de producto en proceso	1	S/. 145.00	S/. 145.00
	Sección de taladrado			
	Costo de estantería de herramientas	1	S/. 125.00	S/. 125.00
	Costo de estantería de producto en proceso	1	S/. 145.00	S/. 145.00
	Costo de tablero de gestión Visual	1	S/. 250.00	S/. 250.00
	Pintura	2	S/. 65.00	S/. 130.00
Costo de útiles de limpieza (escobas, recogedores, etc)	2	S/. 125.00	S/. 250.00	
Costo de papelería (afiches, hojas bond, etc)	2	S/. 140.00	S/. 280.00	
Inversión inicial del proyecto de implementación				S/. 19,656.00

Asimismo, se muestra el detalle de los costos incurridos en la reunión de capacitación introductoria, reunión inicial, reunión final, implementación, auditorías y reunión final del proyecto, este último, realizado sólo entre el personal externo contratado, con el fin de entregar los resultados a los gerentes de la empresa de estudio. Toda esta implementación tiene que llevarse a cabo, antes que la planta empiece a operar.

Reunión de capacitación introductoria	Horas	Cantidad	Costo total
Costo de tiempo del operario	2	24	S/. 588.69
Costo de tiempo facilitador de RRHH	1	4	S/. 51.43
Costo de tiempo facilitador de sección	2	3	S/. 107.14
Costo de tiempo del líder	1	3	S/. 107.14
Costo de tiempo del coordinador	1	1	S/. 110.71
Costo del Experto en LEAN	3	1	S/. 1,050.00
Costo reunión de capacitación introductoria			S/. 2,015.11
Reunión inicial de 5S's y mantenimiento autónomo	Horas	Cantidad	Costo Total
Costo de tiempo del líder	4	3	S/. 428.57
Costo de tiempo facilitador de sección	8	3	S/. 428.57
Costo de tiempo del operario	4	24	S/. 1,177.37
Experto en LEAN	8	1	S/. 2,800.00
Costo de reunión inicial de implementación de 5S's y mantenimiento autónomo			S/. 4,834.51
Reunión final de 5S's y mantenimiento autónomo	Horas	Cantidad	Costo Total
Costo de tiempo del líder	4	3	S/. 428.57
Costo de tiempo del coordinador	4	1	S/. 442.86
Costo de tiempo facilitador de sección	8	3	S/. 428.57
Costo de facilitador de RRHH	8	2	S/. 205.71
Costo de reunión final de 5S's y mantenimiento autónomo			S/. 1,505.71
Implementación 5S's	Horas	Cantidad	Costo Total
Costo de tiempo facilitador de sección	10	3	S/. 535.71
Costo de tiempo del líder	5	3	S/. 535.71
Costo tiempo de operario	10	24	S/. 2,943.43
Costo de Implementación 5S's Total			S/. 4,014.86
Implementación de Mantenimiento Autónomo	Horas	Cantidad	Costo Total
Costo de tiempo facilitador de sección	4	1	S/. 71.43
Costo de tiempo del líder	4	1	S/. 142.86
Costo tiempo de operario	4	6	S/. 294.34
Costo de implementación de Mantenimiento Autónomo Total			S/. 508.63
Auditorías	Horas	Cantidad	Costo Total
Primera S	4	1	S/. 2,080.00
Segunda S	4	1	S/. 2,080.00
Tercera S	4	1	S/. 2,080.00
Cuarta S	4	1	S/. 2,080.00
Quinta S	4	1	S/. 2,080.00
Costo de auditorías Total			S/. 10,400.00

Reunión final del proyecto	Horas	Cantidad	Costo Total
Coordinador	1	1	S/. 53.13
Auditor	1	1	S/. 320.00
Facilitador de sección	1	3	S/. 46.88
Facilitador de recursos humanos	1	2	S/. 22.50
Líder	1	3	S/. 93.75
Costo Reunión final del proyecto			S/. 536.25

Por lo tanto se concluye que el costo total invertido en las capacitaciones e implementaciones de las 5S's y mantenimiento autónomo antes que la planta empiece a operar es:

Reunión de capacitación introductoria	S/. 2,015.11
Reunión inicial de 5S's y mantenimiento autónomo	S/. 4,834.51
Reunión final de 5S's y mantenimiento autónomo	S/. 1,505.71
Implementación 5S's	S/. 4,014.86
Implementación del mantenimiento autónomo	S/. 508.63
Auditorías	S/. 10,400.00
Reunión final del proyecto	S/. 536.25
Inversión inicial del proyecto de implementación	S/. 19,656.00
Total	S/. 43,471.08

Luego de haber implementado y haber realizado capacitaciones sobre las 5S's y el mantenimiento autónomo, es necesario realizar un mantenimiento año a año, con la finalidad que lo enseñado se esté llevando a cabo correctamente en la práctica. A continuación se muestra el costo fijo anual de este mantenimiento.

Mantenimiento de la implementación de las 5S's y Mantenimiento Autónomo	Horas	Modalidad	Gasto Anual
Gasto en Auditoría en las 5S's	5	Trimestral	S/. 10,400.00
Gasto en Auditoría en Mantenimiento Autónomo	1	Trimestral	S/. 2,080.00
Gasto en papelería, útiles de limpieza, pintura, mantenimiento del tablero de gestión visual y lecciones de punto	-	Anual	S/. 4,890.00
Asesoría y retroalimentación de experto en Lean	4	Bimensual	S/. 8,400.00
Costo Total de Mantenimiento			S/. 25,770.00

➤ Gasto en seguridad

Para este egreso, se considera que son necesarios dos agentes de seguridad que trabajan dos turnos, de 12 horas cada turno. Tomando en cuenta que el sueldo de cada agente es de 1500 soles mensuales, el gasto total en seguridad al año es de S/. 36,000.

➤ Costo de operarios

Otro egreso considerado para la elaboración del flujo de caja económico, es el costo incurrido en los operarios. En la siguiente tabla, se muestra el detalle de este egreso, teniendo en cuenta que para el 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019, se necesitan 18, 21, 21, 22 y 24 trabajadores respectivamente.

Costo de Operarios	2015	2016	2017	2018	2019
Salario	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Essalud	S/. 108.00	S/. 108.00	S/. 108.00	S/. 108.00	S/. 108.00
Vacaciones	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Gratificaciones	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00	S/. 2,400.00
CTS	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Número de operarios	18	21	21	22	24
Costo Anual	S/. 370,872.00	S/. 432,684.00	S/. 432,684.00	S/. 453,288.00	S/. 494,496.00
Costo Mensual Total	S/. 30,906.00	S/. 36,057.00	S/. 36,057.00	S/. 37,774.00	S/. 41,208.00
Costo Mensual por operario	S/. 1,717.00	S/. 1,717.00	S/. 1,717.00	S/. 1,717.00	S/. 1,717.00
Costo por hora	S/. 12.26	S/. 12.26	S/. 12.26	S/. 12.26	S/. 12.26

También se observa el cálculo del costo por hora hombre utilizado en el cálculo de algunos indicadores de los ingresos.

➤ Costo de maquinarias nuevas

Será necesario comprar nuevas máquinas para las líneas de producción de hornos rotativos y estacionarios, ya que según el balance de línea hallado para ambos hornos, eran necesarias 24 máquinas. Hasta fines del año 2014, se tenía lo siguiente:

Máquinas	Cantidad de máquinas a finales del 2014
Soldadora	2
Soldadora por plasma	1
Taladro	1
Cierra Circular	1
Banco de trabajo	1
Cizalla	2
Dobladora	1
Roladora	1
Torno	1
Compresora	1

Antes que inicie el 2015, y para que la planta empiece a trabajar cumpliendo con la demanda proyectada, era necesario invertir en la compra de lo siguiente:

Máquinas	Cantidad	Precio	Total
Cierra circular	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Banco de trabajo	3	S/. 1,200.00	S/. 3,600.00
Dobladora	1	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Inversión inicial maquinaria			S/. 15,900.00

Posteriormente, y de acuerdo a lo obtenido en el balance de línea, para los próximos años, serán necesarios comprar las siguientes máquinas:

Máquinas	Cantidad de máquinas a comprar del 2016 al 2019	Costo	Año en el que se adquirirá
Cizalla	1	S/. 6,300.00	2016
Soldadora	2	S/. 3,500.00	1 ---- 2016 1 ---- 2018
Dobladora	1	S/. 12,000.00	2016
Banco de trabajo	1	S/. 1,200.00	2018

Anexo 37: Cálculo del costo de oportunidad

Para el cálculo del COK, se utilizará el modelo de precios de activos de capital CAPM:

$$\text{COK} = \text{Riesgo del país} + \text{beta apalancado} * \text{Rp} + \text{Rf}$$

Descripción	Valor	Fuente
Beta (machinery)	1.23	Aswath Damodaran
Beta apalancado	1.05	Aswath Damodaran
Riesgo del país	2.14%	Diario Gestión
Rp (prima del mercado)	6.00%	Valorización de acciones de Enfoca
Rf (tasa libre de riesgo)	3.50%	BCRP
COK	11.94%	

Según lo observado el valor del COK es de 11.94%, el cual se utilizará para la elaboración del flujo de caja económico.

