

STUDY ON BIOMASS IN CAMPO DE CARTAGENA FOR USE IN THE SELF-CONSUMPTION OF ELECTRICITY IN THE PRIVATE AND PUBLIC SECTOR

Serrano Martinez, J.; Sanchez-Lozano, J. M.; García-Cascales, M. S.

Universidad Politécnica de Cartagena

The Campo de Cartagena consists of a total area of 1600 km². Within this area 1188.02 km² of land is dedicated to agriculture, of which 288.58 km² is cultivated with woody crops.

Through Geographic Information Systems (GIS), and specifically the gvSIG software, the current guidelines and regulations are studied in order to determine restrictions (lands, protected areas, crop areas, etc). A study is carried out of the quantity of biomass and potential energy that can be extracted from each of the areas studied.

According to what has been studied, multicriteria analysis is performed, which studies the thermodynamic cycle that will work with different biomass plants and the problems of biomass and electricity supply in each municipality.

Finally, the viability of building a biomass plant in each of the municipalities of the Campo de Cartagena is studied, the different criteria (performance costs, administrative costs, operating costs, electricity consumption, etc.) are taken. This viability study provides a clear view of the real power of the biomass of woody crops of this region, as well as a future vision so as to be able to invest in this kind of renewable energy through both private as well as public investment.

Keywords: *Geographic Information Systems GIS; Renewable Energies; gvSIG; Biomass*

ESTUDIO DE BIOMASA EN EL CAMPO DE CARTAGENA PARA EL AUTOCONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR PRIVADO Y PÚBLICO

En el Campo de Cartagena existen 1188 km² dedicadas a la agricultura, de las 1600 km² que presenta de superficie total, 288.58 km² están dedicadas al cultivo leñoso.

Mediante los Sistemas de Identificación Geográfica (SIG), en concreto el software gvSIG, se estudian las directrices y normativas en vigor con objeto de conocer las restricciones (suelos, áreas protegidas, superficies de cultivo, etc.). Definidas las áreas y restricciones, se estudia la cantidad de biomasa y potencial energético que se puede extraer de cada una de las áreas estudiadas.

Se realiza un análisis multicriterio donde se estudia el ciclo termodinámico con el que funcionarán las distintas plantas de biomasa, así como, los posibles problemas de suministro de biomasa y abastecimiento del suministro eléctrico en cada uno de los municipios.

Finalmente, se estudia la viabilidad de implantar una planta de biomasa en cada uno de los municipios del Campo de Cartagena, siguiendo distintos criterios (Costes de ejecución, administrativos, de funcionamiento, consumos eléctricos, etc.). Este estudio proporciona una idea clara del poder real de la biomasa de los cultivos leñosos de esta comarca, así como, una visión de futuro para poder invertir en este tipo de energía renovable tanto como inversión privada y pública.

Palabras clave: *Sistemas de Identificación Geográfica; Energías Renovables; gvSIG; Biomasa*

Correspondencia: M^a del Socorro García-Cascales. Dpto. Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos, Universidad Politécnica de Cartagena. C/Dr Fleming s/n. C.P. 30201 Cartagena, Murcia, España. Teléfono +34 968 326574. FAX +34 924 32 65 00. E-mail: socorro.garcia@upct.es

1. Introducción.

Son muchas las empresas, que llegada la época de la recogida y poda de sus cultivos, desaprovechan un gran potencial de biomasa, ya que al agricultor le preocupa más el producto que vende que los residuos que se generan durante la época de cultivo. Actualmente, debido a la situación actual en la que se encuentran los agricultores, disminución de sus ingresos, aumento de gastos a consecuencia de tener que afrontar impuestos y/o facturas, entre las que destacan combustibles, consumo de energía, etc. Se están planteando nuevas soluciones a este potencial de la biomasa.

Este problema no se encuentra únicamente en los huertos del Campo de Cartagena, sino también en las empresas de jardinería y viveros de la comarca. Además, estas empresas deben deshacerse de productos, que llegado el momento, pueden ocasionar un perjuicio económico.

Por otro lado, existe la posibilidad de recolectar toda esta biomasa por parte de las administraciones públicas tales como (Ayuntamientos, etc.) y destinarla a autoconsumo para suministrar energía eléctrica a instalaciones tales como alumbrado público o incluso, climatizar sus propios edificios en las épocas más frías. El hecho de incluir a los ayuntamientos en este estudio, debe a las dificultades económicas que están atravesando, donde todos y cada uno de ellos, se encuentran con problemas económicos importantes y de esta manera, podría suponer un alivio. Actualmente, algunos de los ayuntamientos de la comarca, presentan un plan estratégico de recogida de poda, ya sea por parte de los parques y arbolados de los municipios, o bien, por parte de los vecinos de éstos. Del mismo modo, se aprovechará el Pacto de Alcaldes (2008) establecido por la Unión Europea en convenio con los ayuntamientos de toda España, para este proyecto, ya que la finalidad del mismo consiste en invertir en un sistema de aprovechamiento sostenible con energías renovables, de manera que se puedan reducir los costes energéticos y las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

2. Objetivos.

El presente proyecto tiene como objetivo la investigación de los recursos energéticos derivados de la poda de los cultivos leñosos, que están presentes en el Campo de Cartagena (Murcia), para un posterior estudio técnico y de viabilidad de los posibles aprovechamientos (energéticos), tanto en el sector privado como en organismos públicos. Entre los objetivos principales se encuentran los siguientes:

- Tipificar los recursos de pastos cultivados por criterios agrícolas (cultivos leñosos).
- Cartografiar los recursos de pastos cultivados (cultivos leñosos) del Campo de Cartagena, reflejando en un mapa a escala mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), los tipos de cultivos leñosos, diferenciándolos, según el municipio al que pertenece.
- Evaluar dichos recursos haciendo referencia a su producción, calidad y estacionalidad.
- Recopilar información sobre utilización de los distintos tipos de cultivos leñosos, con referencias a aspectos zootécnicos, ecológicos, de conservación y ordenación del medio natural, de economía agraria y de índole socio-política, con objeto de poder realizar valoraciones, en el Campo de Cartagena, de los recursos disponibles y posteriormente, planificar su utilización.
- Estudio Técnico de la construcción de una central térmica de biomasa, tanto para autoabastecer las instalaciones de alumbrado público de los distintos ayuntamientos, como cualquier tipo de suministro eléctrico en empresas privadas.
- Estudio de Viabilidad de la implantación de plantas térmicas analizadas tanto para organismos públicos como para entidades privadas.

3. Metodología.

Para la realización de este proyecto, se ha comenzado realizando el estudio del terreno del Campo de Cartagena, teniendo en cuenta su relieve, clima, tipos de suelo, espacios protegidos, zonas urbanas y tipos de cultivo en la misma comarca. Para ello, se ha recurrido al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y, en este caso particular, se ha empleado un SIG desarrollado por la Consellería de Infraestructuras y Transporte de la Comunidad Valenciana denominado gvSIG.

De estos estudios preliminares, se llega a la conclusión de que la Comarca del Campo de Cartagena está formada por una gran llanura (zona del Mar Menor) y, por sierras pre-litorales (Carrascoy, Cabezos del Pericón, Sierra de las Victorias, etc.), de forma que, junto con su clima mediterráneo, le confiere unas características idóneas para albergar cultivos hortícolas y leñosos (cítricos, frutales, viñedos, almendros y olivos).

Para la elaboración de la cartografía de los tipos de cultivos, que presenta el Campo de Cartagena, se ha seguido la metodología general desarrollada en el (Alcaraz et al., 2000, Libro de Pastos, IMIDA).

La primera fase ha consistido en la selección de la información del Inventario Forestal Nacional III IFN de la Dirección General para la Conservación de la Naturaleza (DGCONA) que directamente podría utilizarse en la misma cartografía, aunque la información más significativa fue aportada por el Mapa de Vegetación Actual (Alcaraz et al., 2000, Libro de Pastos, IMIDA), la Cartografía Nacional de Hábitat (Inventario de Hábitats de la Directiva 92/43/CEE, 2001), el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (2001) y el Plan de Energías Renovables 2011-2020, IDAE. Mediante el software gvSIG, se crearon todos los mapas de identificación geográfica, permitiendo además, realizar cálculos de potencial energético. El programa, proporciona tablas de atributos las cuales sirven como base de datos para calcular tanto la biomasa disponible por hectárea, como el potencial energético disponible por hectárea.

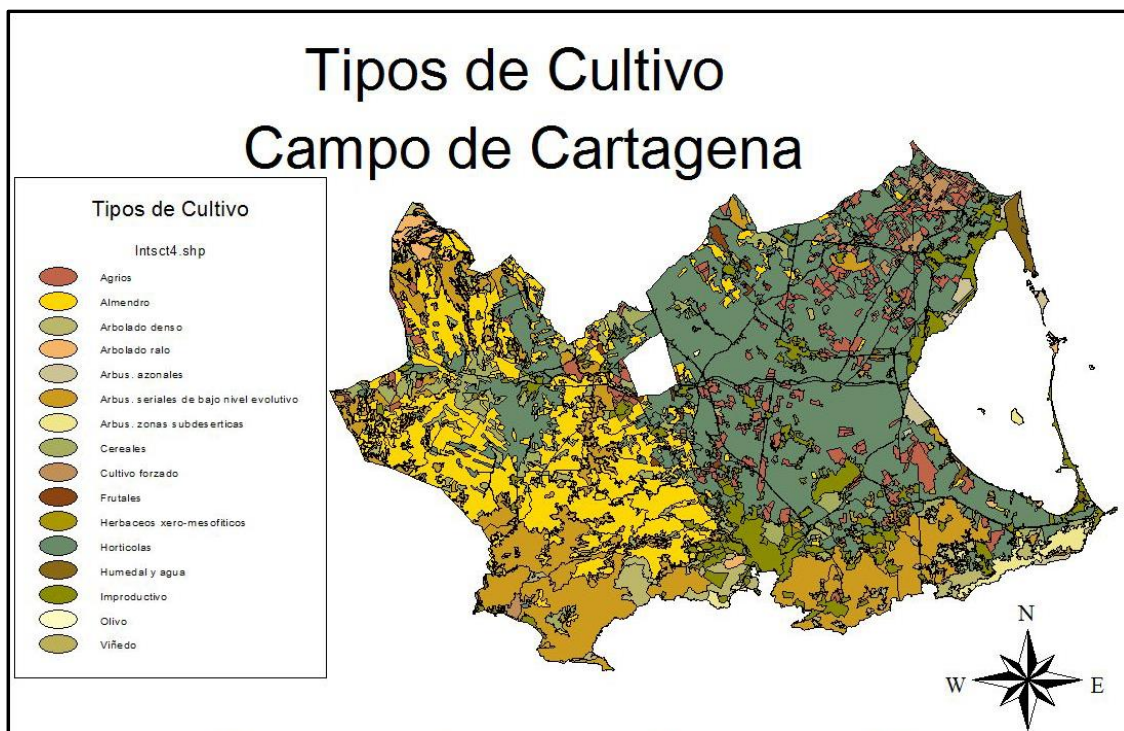


Figura 1. Tipos de cultivos y pastos en el Campo de Cartagena. (Fuente: IMIDA, elaboración propia).

Tabla 1. Principales tipos de pastos y cultivos en el Campo de Cartagena según la cartografía utilizada. (Fuente: IMIDA, elaboración propia).

Formación	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Pastos con arbolado denso	3.807,25	1,93%
Pastos con arbolado ralo	1.695,31	0,86%
Arbustivos permanentes de zonas subdesérticas	1.320,55	0,67%
Arbustivos azonales	1.578,98	0,80%
Arbustos seriales de bajo nivel evolutivo	35.372,94	17,94%
Herbáceos xero-mesofíticos de vivaces y anuales	32,80	0,02%
Cereales	11.914,48	6,04%
Almendro y plantaciones mixtas con otras leñosas	27.973,64	14,19%
Hortícolas	84.125,34	42,67%
Frutales	585,88	0,30%
Agrios	7.562,34	3,84%
Viñedos	100,61	0,05%
Olivos	41,82	0,02%
Cultivo Forzado	2.440,34	1,24%
Improductivo	16.688,67	8,46%
Humedal y agua	1.912,74	0,97%
TOTAL	197.153,69	100,00%

En la Tabla 1, se observan las superficies de los principales cultivos del Campo de Cartagena. Además, se representa de manera gráfica los resultados de la misma tabla. (Ver Figura 1 y Tabla 1).

La Tabla 2 muestra la superficie de cultivos leñosos en función al municipio al que pertenece, de manera que permitirá analizar de forma independientemente, la cantidad de biomasa disponible en cada cultivo.

Tanto para el caso de los organismos públicos, como el de entidades privadas, se realiza un análisis multicriterio sobre el aprovechamiento de los recursos forestales como fuente de energía. Por ello, se detallan diferentes etapas de evaluación integrada y de desarrollos de trabajos:

1. Entradas de información, recopila información mediante bibliografía, entrevistas a expertos, consulta de bases de datos, trabajos en modelos, etc.
2. Integración y participación, incluye la formación y aportación por parte de empresas (ARGEM, CETNMA, IMIDA).
3. Interpretación de los datos, consta de cálculos de la biomasa que se encuentra en la zona.
4. Conclusión y redacción detallada de la viabilidad del proyecto.

Los principales obstáculos para la implantación de tecnologías de aprovechamiento energético de la biomasa agrícola son: la falta de rentabilidad económica y la existencia de problemas logísticos.

Tabla 2. Cultivos leñosos, superficies por municipios. Fuente: elaboración propia.

MUNICIPIOS	FORMACIÓN	SUPERFICIE(Ha)	Superficie (%)
San Pedro del Pinatar	Cítricos	367,34	0,99%
San Javier	Almendros	70,17	0,19%
San Javier	Cítricos	1.815,44	4,92%
San Javier	Frutales	13,28	0,04%
Los Alcázares	Cítricos	120,98	0,33%
Torre Pacheco	Almendros	976,53	2,64%
Torre Pacheco	Cítricos	1.846,16	5,00%
Torre Pacheco	Frutales	293,89	0,80%
Torre Pacheco	Olivos	28,33	0,08%
Torre Pacheco	Viñedos	33,29	0,09%
La Unión	Almendros	30,21	0,08%
La Unión	Cítricos	105,42	0,29%
Cartagena	Almendros	10.668,07	28,88%
Cartagena	Cítricos	2.778,84	7,52%
Cartagena	Frutales	183,65	0,50%
Cartagena	Olivos	41,82	0,11%
Cartagena	Viñedos	32,13	0,09%
Fuente Álamo de Murcia	Almendros	16.422,88	44,46%
Fuente Álamo de Murcia	Cítricos	964,05	2,61%
Fuente Álamo de Murcia	Frutales	95,07	0,26%
Fuente Álamo de Murcia	Olivos	13,48	0,04%
Fuente Álamo de Murcia	Viñedos	35,19	0,10%
TOTAL		36.936,21	100,00%

La garantía del suministro es el problema que se encuentra en este proyecto, ya que no todos los municipios del Campo de Cartagena, disponen de suficiente biomasa para poder autoabastecerse. Debido a este problema, en la tercera etapa, se calculó la biomasa necesaria para el ciclo térmico de cada planta. Según Zueco J. (2007), para obtener el mayor rendimiento de una planta térmica con un menor consumo del combustible de la caldera, éste puede ser obtenido mediante un ciclo termodinámico Rankine Regenerativo (Ver Figura 2), ya que el vapor generado por la caldera puede ser extraído y reutilizado en distintas etapas del proceso (Tablas 3 y 4).

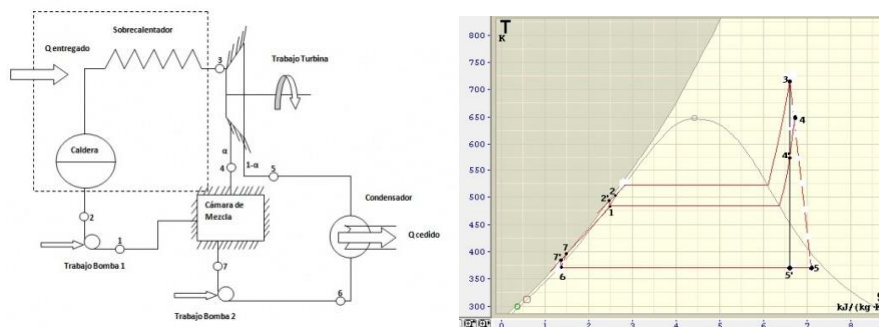


Figura 2. Diagrama T-s en el proceso NO-IDEAL y Esquema del Ciclo Rankine Regenerativo. Fuente: (Zueco J.(2007)).

Tabla 3. Valores del ciclo termodinámico de Rankine Regenerativo. (Fuente: Elaboración propia).

Pto	P (bar)	T (°C)	h (kJ/kg)	s (kJ/kgK)
1	0,1	45,83	191,8	0,6493
2	29	46,0515	195,329	0,6493
3	29	231,928	999,34	2,6279
4	131	234,1539	1012,028	2,6279
5	131	530	3415,28	6,53902
7s	29	294,68	2984,65	6,5902
7	29	---	3040,63	6,6831
6	0,1	45,83	2236,65	7,0597
6s	0,1	45,83	2116,52	6,6831
8	29	231,928	999,34	2,6279

Tabla 4. Balance Termodinámico de la planta. (Fuente: Elaboración propia).

Descripción	Valor	Unidades	Nomenclatura
Potencia generador	6.000,00	kw	Wu
Rendimiento Precal. Cerrad.	90,00	%	$\eta_{\text{precalent.}}$
% Extracción de vapor	5,00	%	α
Caudal de vapor	6,41	kg/s	$\dot{m}_v$
Caudal de vapor	23.067,70	kg/h	$\dot{m}_v$
Calor Abs. Por el vapor	15.397,63	kW	Qab
Rendimiento ciclo	38,97	%	η_{ciclo}
Consumo de combustible	1,01	kg/s	$\dot{m}_f$
Consumo de combustible	3.622,97	kg/h	$\dot{m}_f$
Poder calorífico de la biomasa	17.000,00	kJ/kg	Hf
Calor aportado por la biomasa	17.108,48	kW	Qap
Rendimiento mecánico	85,00	%	η_m
Potencia efectiva	5.100,00	kW	Ne
Rendimiento de la Instalac.	29,80	%	$\eta_{\text{inst.}}$
Horas de funcionamiento	4.300,00	horas	h
Producción anual	21.930.000,00	kWh	Prod. Anual
Consumo de combustible anual	15.578.771,00	kg	Hf anual
Consumo de combustible anual	15.578,77	Toneladas	Hf anual

Una vez finalizado el cálculo del ciclo termodinámico, se comprueba el suministro de biomasa necesario para alimentar la planta anualmente por municipio, para ello, se realizó la Tabla 5, donde se muestra la cantidad de biomasa existente en los distintos municipios así como en consumo de energía eléctrica anual de cada uno de ellos. Estos datos, de energía consumida, han sido proporcionados por los distintos ayuntamientos de los municipios de la comarca.

Tabla 5. Cantidad de biomasa y consumos eléctricos en los municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Municipio	CANTIDAD DE BIOMASA kg	Consumo eléctrico (kWh año)
San Pedro del Pinatar	1.395.894,38	6.351.000,00
San Javier	6.983.692,02	6.788.000,00
Los Alcázares	459.713,11	6.788.000,00
Torre Pacheco	8.391.497,53	6.500.000,00
La Unión	430.509,88	5.260.000,00
Cartagena	21.380.623,70	6.800.000,00
Fuente Álamo de Murcia	20.091.391,21	5.485.847,40

Como se puede observar, existen municipios que no poseen suficiente biomasa para autoabastecerse energéticamente, por este motivo, se toma la decisión de unificar municipios centralizando una sola planta que autoabastezca a los mismos. Es el caso de San Pedro del Pinatar, San Javier y Torre Pacheco, donde se centraliza la planta en el municipio de San Javier, y La Unión, Los Alcázares y Cartagena, donde Cartagena aporta la mayor parte de biomasa contribuyendo energéticamente con estos dos municipios que presentan la mayor escasez de biomasa del Campo de Cartagena. La centralización de esta última unificación se realiza en Cartagena.

Debido a la unificación realizada, se observa (Tabla 6) que no existe problema de suministro para éstos y que, hay suficiente producción eléctrica para autoabastecer eléctricamente a todos los municipios, ya que no sobrepasan los valores calculados en el balance termodinámico.

Tabla 6. Cantidad de biomasa y consumos eléctricos en las unificaciones de los municipios. (Fuente: Elaboración propia).

Municipio	CANTIDAD DE BIOMASA kg	Consumo eléctrico (kWh año)
San Pedro del Pinatar San Javier Torre Pacheco	16.771.083,93	19.639.000,00
Cartagena Los Alcázares y La Unión	22.270.846,69	18.848.000,00
Fuente Álamo de Murcia	20.091.391,21	5.485.847,40

4. Casos de estudio.

Como casos de estudio, se ha indicado inicialmente que el Proyecto se centra en el estudio técnico de una planta de biomasa que, sea capaz de proporcionar energía eléctrica suficiente para abastecer las instalaciones de alumbrado público de los municipios del Campo de Cartagena. Es por ello que los estudios de viabilidad se centrarán en la rentabilidad de instalar estas plantas para la generación de energía eléctrica.

Por otra parte, para el caso de entidades privadas, los datos necesarios han sido proporcionados por la empresa Adela Sánchez Jardinería, ubicada en San Javier, Murcia.

4.1. Resultados.

Los resultados han sido obtenidos mediante hojas de cálculo, donde previamente se calcula los costes unitarios para el transporte de la biomasa hasta el lugar elegido para la instalación de las distintas plantas.

Para el cálculo de estos costes se han tenido en cuenta una serie de ecuaciones que a continuación se enumeran; el cálculo del número de vehículos necesarios (camiones) para transportar la biomasa se lleva a cabo a partir de las siguientes expresiones:

$$D = \left(\frac{A}{2\pi \cdot C_d \cdot 100} \right)^{0,5} \quad (1)$$

Donde:

D= Distancia media de transporte, del cultivo hasta la planta, km.

C_d =Ocupación del cultivo en el territorio, 10-90 %

A = área de cultivo, m².

$$V_{pd_{Biomasa}} = \frac{h}{0,65 + \frac{2 \cdot D}{60}} \quad (2)$$

Donde:

$V_{pd_{Biomasa}}$ =Viajes diarios con el camión.

H = Jornada laboral del camión, 8h.

donde:

$$C = \frac{B(b.h.) \cdot 24}{V_{pd_{Biomasa}} \cdot CC \cdot HO} \quad (3)$$

Donde:

C = Camiones necesarios para el transporte de la biomasa.

B(b.h.)=consumo de biomasa anual de la planta (Mg b.h./año).

CC = Capacidad de carga de un camión, (Mg b.h./camión).

HO = Horas operativas de la planta, 4300 h.

Con estos datos, junto con el coste de cada uno de los camiones necesarios y el de las astilladoras a emplear, se realiza la Tabla 7, la cual, significa la parte del coste de funcionamiento de las plantas. Es por ello, que se detallará cada uno de éstos en función del municipio. Además se tendrá en cuenta los sueldos de los empleados que trabajarán en el suministro y funcionamiento de la planta.

Tabla 7. Evaluación de los costes de logística. (Fuente: Elaboración propia).

	1	2	3	4
Cd (%) estimado	80,00%	80,00%	80,00%	80,00%
Potencia planta (MW)	6,00	6,00	6,00	0,60
Total de biomasa (Mg b.s.)	15.578	15.578	15.578	2.715,6
Total de biomasa (Mg b.h.)	17.230,8	22.270,8	20.091,3	3.000,0
Área de cultivo necesaria (Ha)	5.057,3	5.057,36	5.057,36	881,60
Radio medio de transporte (km)	3,17	3,17	3,17	1,32
Viajes diarios teóricos en camión	10,59	10,59	10,59	11,52
Carga diaria de transportada (Mg b.h.)	79,39	79,39	79,39	86,44
Logística de carga				
Consumo de combustible (miles €)	3,48	3,48	3,48	1,58
Costes laborales (miles €)	15,38	15,38	15,38	10,54
Total Costes de carga (miles €)	18,87	18,87	18,87	15,12
Total costes de carga (€/Mg b.s.)	1,21	1,21	1,21	0,0056
Logística de transporte				
Camiones necesarios	1,21	1,57	1,41	0,19
Camiones adquiridos	2,00	2,00	2,00	1,00
Inversión (miles de €)	140,00	140,00	140,00	70,00
Amortización (miles €/año)	20,00	20,00	20,00	10,00
Mantenimiento (miles €/año)	10,00	10,00	10,00	5,00
Consumo de combustible (miles €/año)	35,00	35,00	35,00	4,74
Costes laborales (miles €/año)	42,16	42,16	42,16	50,40
Total costes de transporte (miles €)	107,16	107,16	107,16	55,14
Total costes de transporte (€/Mg b.s.)	0,01	0,01	0,01	0,02
Logística de descarga				
Costes laborales (miles €/año)	21,08	21,08	21,08	21,08
Total Costes de descarga (miles €)	21,08	21,08	21,08	21,08
Total Costes de descarga (€/Mg b.s.)	0,0014	0,0014	0,0014	0,0078
Coste final de la biomasa en planta (€/Mg b.s.)	1,2193	1,2193	1,2193	0,0336
Coste final de la biomasa en planta (€/kW)	0,0031	0,0031	0,0031	0,00059

Nota: 1: San Pedro del Pinatar, San Javier, Torre Pacheco. 2: Los Alcázares, La Unión, Cartagena. 3: Fuente Álamo de Murcia. 4: Adela Sánchez Jardinería.

Por otro lado, se calcula el coste de inversión, el cual está compuesto por los costes de ejecución y los costes de gestión. Para el primero, se tendrá en cuenta todo lo referente a infraestructuras, es decir, tanto maquinaria a emplear para la generación de energía eléctrica (turbina, caldera,...), como el sistema de evacuación de la energía eléctrica que, para este caso particular, se llevara a cabo a través de una subestación transformadora. En el caso de Adela Sánchez Jardinería, ésta dispone de un centro de transformación conectado con la red de distribución de la compañía suministradora. Estos costes se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Costes de ejecución. (Fuente: Elaboración propia).

Municipio/Entidad Privada	Coste de ejecución (€)
Fuente Álamo de Murcia	1.794.322,00
Cartagena, Los Alcázares y La Unión	1.851.512,00
San Pedro del Pinatar, San Javier y Torre Pacheco	1.005.600,00
Adela Sánchez Jardinería	338.400,00

Los costes de gestión englobarán los costes de licencias de obras, de actividad e ingeniería. El coste de la licencia de obras será el 4 % del coste de ejecución material, mientras que la licencia de actividad será de 6.000 € como valor medio estipulado por los ayuntamientos de la comarca. Los honorarios de los servicios de ingeniería dependerán del proceso en el que se encuentre el proyecto, siendo éstos del 5% del presupuesto total para el diseño de la planta y de la dirección de obra. A estos costes de ingeniería se deberán añadir los derechos de visado, siendo estos del 10 % de los honorarios oficiales (4%) sobre el 25% del presupuesto total. Con estos datos se elabora la Tabla 9 con los costes de gestión.

Tabla 9. Costes de Gestión. (Fuente: Elaboración Propia).

Municipio/Entidad Privada	Coste de Gestión (€)
Fuente Álamo de Murcia	258.999,40
Cartagena, Los Alcázares y La Unión	267.063,19
San Pedro del Pinatar, San Javier y Torre Pacheco	147.789,60
Adela Sánchez Jardinería	53.714,40

Teniendo en cuenta los costes de ejecución y gestión, en la Tabla 10 se detallan los costes de inversión total para cada uno de los municipios y entidad privada.

Tabla 10. Costes de Inversión total. Elaboración Propia.

Municipio/Entidad Privada	Coste de Gestión (€)
Fuente Álamo de Murcia	2.053.321,40
Cartagena, Los Alcázares y La Unión	2.118.575,19
San Pedro del Pinatar, San Javier y Torre Pacheco	1.153.389,60
Adela Sánchez Jardinería	392.114,40

Para llevar a cabo el estudio de viabilidad, se calculará el presupuesto de explotación el cual estará definido por el crédito y costes financieros, la entidad financiera amortizará el 80% del presupuesto de inversión con un tipo de interés del 4,06% para un plazo de amortización de 15 años.

A su vez, se añadirán los costes de depreciación de las instalaciones durante los primeros 25 años de vida útil y con un coeficiente máximo del 8% presupuestado de la ejecución del material.

También habrá que considerar los costes de producción, los cuales han sido mencionados anteriormente en el cálculo de los costes unitarios de suministro de biomasa en relación de la producción de energía eléctrica generada. Estos costes se

actualizarán anualmente mediante un coeficiente de actualización, regulado por el IPC, que en este caso será del 2,5%.

Finalmente, se tendrá en cuenta, el coste por la energía consumida por cada ayuntamiento o entidad privada. Los costes de energía eléctrica para el caso de los ayuntamientos, está regulado por la Fundación Española de Municipios y Provincias (FEMP)(2012), que en este caso es de 0,0685 €/kWh y para el caso de la entidad privada es de 0,1405 €/kWh.

Las tarifas eléctricas (Tabla 11) están reguladas por la Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

Tabla 11. Tarifas Eléctricas según Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre.

Tarifa regulada (c€/kWh)			
16,0113	primeros 15 años		
12,347	a partir de entonces		
Prima referencia (c€/kWh)	Límite sup.	Límite inf.	
11,6608	16,63	15,41	primeros 15 años

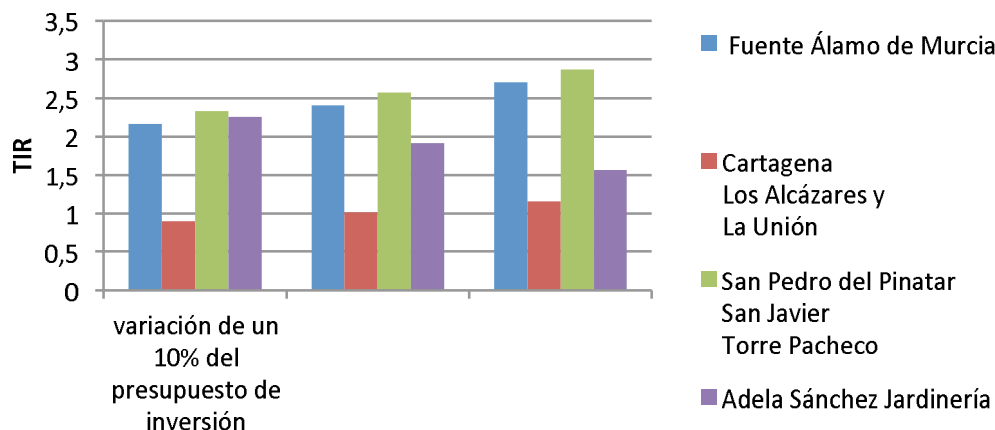
5. Conclusiones.

Los resultados se han obtenido a partir del Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de dichas instalaciones. De igual modo se ha realizado un estudio de sensibilidad, teniendo en cuenta las variaciones tanto del presupuesto de ejecución como de las tarifas eléctricas. (Tabla 12 y Figura 3).

Tabla 12. Valores Económicos. (Fuente: Elaboración Propia).

	VAN	TIR
San Pedro del Pinatar		
San Javier	9.337.375,57 €	257%
Torre Pacheco		
Cartagena		
Los Alcázares	6.527.870,40	102%
La Unión		
Fuente Álamo de Murcia	17.648.849,39 €	240%
Adela Sánchez Jardinería	2.642.543,55 €	191%

Figura 3. Análisis de Sensibilidad para variaciones de la Inversión. Fuente: Elaboración propia.



Las conclusiones finales que se han extraído en el presente trabajo son las siguientes:

- Existe un potencial aprovechamiento de los cultivos leñosos, lo cual, permitiría fomentar este tipo de cultivos en las zonas de uso agrícola. potencializarían los campos que se dedican a la agricultura con este tipo de cultivos.
- Se reducirían las quemas ilegales en los campos de cultivo que, por un lado provocan la imposición de sanciones económicas y por otro, aumentan el riesgo de incendios en las áreas colindantes de forma que, permitirían reducir la emisión de gases contaminantes y el malestar con los vecinos.
- Generación de empleo municipal. De entre todas las energías renovables, la biomasa es la que tiene mayor potencial de creación de empleo. Según datos de Greenpeace, mientras que otras energías renovables como la solar y la eólica generan 0,4 empleos por MW instalado, la biomasa alcanza los 3 empleos por MW instalado.
- Eliminaría los costes de logística referentes al traslado de la biomasa a otras plantas.
- Se eliminaría los costes de permisos para eliminar la biomasa que no es trasladada.
- Por último la biomasa no sólo es una opción energética muy recomendable para garantizar la sostenibilidad medioambiental sino que además, a través de diferentes políticas energéticas, se está fomentando su implantación en la Región de Murcia.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con fondos FEDER por la DGICYT mediante el proyecto (TIN2011-27696-C02-01) y por La Junta de Andalucía (P11-TIC-8001), respectivamente. Asimismo agradecimiento por la ayuda aportada a este trabajo de Adela Sánchez Jardinería, Centro Tecnológico de la Energía y el Medio Ambiente de Murcia (CETENMA) e Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA).

Referencias.

Alcaraz A. et al., 2000, Libro de Pastos, Mapa de Vegetación Actual.

Dirección General para la Conservación de la Naturaleza (DGCONA), 2012, Inventario Forestal Nacional III IFN.

FEMP, 2012, Plan de Acción 2011 – 2020: los municipios, escenarios destacados del ahorro y la eficiencia energética.

Greenpeace, 2008, www.greenpeace.org/espana/es/.

IDEA, 2011, Plan de Energías Renovables 2011-2020.

IMIDA, 2001, Mapa de Cultivos y Aprovechamientos.

Inventario de Hábitats de la Directiva 92/43/CEE, 2001, Cartografía Nacional de Hábitat.

Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

UE, 2008, Pacto de Alcaldes, <http://www.pactodelosalcaldes.eu>.

Zueco, J., 2007, Sistemas Térmicos de Generación. Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos.