



Revista Galega de Economía

ISSN: 1132-2799

mcarmen.guisan@gmail.com

Universidade de Santiago de Compostela  
España

PISÓN FERNÁNDEZ, Irene Clara; PUIME GUILLÉN, Félix; CRESPO CIBRÁN, Miguel  
Ángel

FACTORES DETERMINANTES DA RENDIBILIDADE DOS ACCIONISTAS EN PLANTAS  
FOTOVOLTAICAS EN GALICIA.

Revista Galega de Economía, vol. 24, núm. 2, 2015, pp. 31-44

Universidade de Santiago de Compostela  
Santiago de Compostela, España

Dispoñible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39142718003>

- Como citar este documento
- Número completo
- Máis artigo
- Revista Home en [redalyc.org](http://redalyc.org)

[redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Información Científica

Rede de Revistas Científicas de América Latina, Caribe, España e Portugal

Proxecto sen ánimo de lucro Académico, desenvolvido por iniciativa Acceso Aberto

## FACTORES DETERMINANTES DA RENDIBILIDADE DOS ACCIONISTAS EN PLANTAS FOTOVOLTAICAS EN GALICIA.

Irene Clara PISÓN FERNÁNDEZ\*

Félix PUIME GUILLÉN

Miguel Ángel CRESPO CIBRÁN.

Facultade de CC. Económicas e Empresariais. Universidade de Vigo.

**RESUMO :** Neste traballo preséntase unha análise da enerxía fotovoltaica en Galicia dende o punto de vista da rendibilidade. Elabórase un modelo predictivo contendo dúas variables, compoñentes principais do mesmo, e altamente significativas na explicación da alta rendibilidade dos accionistas da planta de enerxía solar fotovoltaica.

**PALABRAS CHAVE:** Fontes alternativas de xeración de enerxía, enerxía solar fotovoltaica, medio ambiente, recursos naturais.

**TITLE:** Determinants of profitability for shareholders in photovoltaic plants in Galicia.

**ABSTRACT:** This paper presents an analysis of photovoltaics comes in Galicia from the point of view of profitability. A highly significant in explaining the high profitability of the shareholders of the solar PV plant predictive model containing two variables, principal components thereof, and worked.

**KEY WORDS:** Alternative energy generation, solar photovoltaic energy, environment, natural resources sources.

**CLASIFICACIÓN JEL:** G31, M4, Q42, Q4

### 1. INTRODUCCIÓN

A enerxía é un factor sometido a estudo de maneira constante, non só pola súa implicación no desenvolvemento económico e social, senón tamén pola súa influencia nas variables macroeconómicas principais, a través da actividade desenvolvida no sector de actividade no que se enmarca. De maneira especial, e en apenas dúas décadas, as enerxías renovables pasaron a converterse nunha alternativa que é preciso analizar de forma continuada, tanto polas súas connotacións cualitativas como polos datos cuantitativos que se deducen do seu crecemento ou posta en marcha.

Os datos macroeconómicos que sustentan as previsións oficiais derivadas de estudos avalan a importancia do desenvolvemento das enerxías renovables en España, para os próximos anos e, en particular, da enerxía fotovoltaica.

Así, a previsión de xeración de enerxía eléctrica a partir das enerxías renovables chega en 2016 aos 383.882 GWh<sup>1</sup> os cales corresponden ao 34,9% sobre o total de enerxía total obtible nese ano. Dentro das enerxías renovables, a fotovoltaica estímase que chegue a 4.596 GWh, sobre un total de 133.807 GWh, é dicir un 3,4%, segundo os datos da Subdirección Xeral de Planificación Enerxética (Gari Ramos et al., 2008, px. 177). Así mesmo, respecto ao consumo prevese que as enerxías renovables acaden en 2016 un 7% do total.

Cadro 1: Previsión do consumo de enerxía final en España en 2016. Fonte: elaboración propia a partir Gari (2008).

\* Dra. Irene Clara Pisón Fernández, [pison@uvigo.es](mailto:pison@uvigo.es), Universidade de Vigo. Profesora Catedrática do Departamento de Economía Financeira e Contabilidade. Campus Lagoas-Marcosende S/N. 36.310 Vigo. Dr. Félix Puime Guillén, [fiz@uvigo.es](mailto:fiz@uvigo.es), Profesor Asociado do Departamento de Economía Financeira e Contabilidade. Campus Lagoas-Marcosende S/N. 36.310 Vigo., Dr. Miguel Ángel Crespo Cibrán, [macrespo@yahoo.com](mailto:macrespo@yahoo.com). Abanca. Profesor no Máster de Finanzas da Facultade de CC. Económicas e Empresariais.

<sup>1</sup> GWh: Xigavatio hora, medida de enerxía eléctrica.

## Previsión del consumo de energía final en España en 2016

	<b>Ktep</b>	<b>estructura %</b>
carbón	1970	2%
productos petrolíferos	62781	51%
gas	22355	18%
electricidad	27564	22%
energías renovables	9075	7%
<b>TOTAL</b>	<b>123745</b>	<b>100%</b>

Conforme á Proposta da Comisión Europea sobre cambio climático e enerxías renovables (Gari, 2008) no ano 2020 un 20% do consumo de enerxía final corresponderá a enerxía procedente de fontes renovables, para reducir os gases de efecto invernadoiro no obxectivo do 20%. Así mesmo, as previsións para España da Comisión europea estiman que os datos relativos ás principais variables enerxéticas para o ano 2020 serán as seguintes, en dous escenarios propostos, en función do incremento da demanda previsto no 2% ou no 1%:

Cadro 2: Enerxía final a partir de renovables en 2020. Fonte: elaboración propia a partir de Gari (2008, px.184).

<b>Energía final cuberta con renovables %</b>	<b>20%</b>
Producción renovables (ktep) 2% aumento demanda	28.954,21
Producción renovables (ktep) 1% aumento demanda	24.976,39
Energía final (ktep) 2% aumento demanda	144.771,05
Energía final (ktep) 1% aumento demanda	124.881,97

Polo que se refire ao emprego xerado polos sectores de enerxías renovables, en función do escenario previsto para a produción de enerxía, poderíase cifrar en (Gari, 2008):

Cadro 3: Xeración de emprego para o ano 2016 derivados do crecemento das enerxías renovables, para o escenario de incremento da demanda. Fonte: elaboración propia a partir de Gari (2008).

<b>Tipo de energía</b>	<b>Generación de puestos de trabajo escenario 1</b>	<b>Generación de puestos de trabajo escenario 2</b>
Eólico	49.427	42637
Mini-hidraulico	27.936	24098
Solar térmico	8.170	7047
Solar termoeléctrico	13.642	6616
Solar fotovoltaico	41.859	36108
Biomasa	101.705	87733
Biocarburantes	24.807	21400
Biogás	3.241	2796
<b>TOTAL</b>	<b>270.787</b>	<b>228435</b>

escenario 1 y 2: aumento 2% y 1%, respectivamente, demanda energética

A xestión que se deriva da posta en marcha dos procesos de explotación destas fontes de enerxía é un reto importante dende o punto de vista financeiro (Morales, 2010). A implantación de procesos altamente tecnolóxicos para o aproveitamento das enerxías renovables require de importantes investimentos e, en moitos casos o retorno destas realízase en longos períodos de tempo. Algunhas investigacións relevantes estudaron o grao de desenvolvemento de enerxías renovables en Galicia, realizando aproximacións conceptuais con discusións sobre as enerxías renovables (Regueiro, 2013), analizando a produción da enerxía eléctrica (Copena e Simón, 2014) e a evolución e o estado da enerxía eólica (Varela e Sánchez, 2014) en Galicia, que parten da idea de que as enerxías renovables

constitúen unha alternativa ao modelo de desenvolvemento enerxético e económico actual, impulsando a diversificación produtiva e a creación de emprego mediante o fomento de novas actividades industriais e de servizos vinculados á súa explotación. Neste traballo propónse un modelo de avaliación da rendibilidade do proxecto de enerxía fotovoltaica, asociado ao plan de negocio que deriva da delimitación das principais variables de xestión. O modelo estatístico apóiase nunha enquisa, que permite determinar os factores que interveñen na rendibilidade obtida polos investidores neste tipo de proxectos.

## **2. Viabilidade das instalacións xeradoras eléctricas a través da enerxía fotovoltaica**

### **2.1. Viabilidade dun proxecto: fundamentos**

Dada a incerteza que rodea a decisión de afrontar un proceso de investimento, e máis aínda no sector das enerxías renovables, parece de interese dispoñer dun modelo que permita estimar os resultados asociados, dispoñendo de plans de negocio cuxa fidelidade estará intimamente ligada á capacidade do modelo para recoller todas as variables participantes no proxecto e os posibles escenarios nos que se delimitarán os beneficios futuros (Durán, 1992; Fernández, 1994).

Como paso previo a determinar as correntes de cobros e pagos que orixina o proceso de investimento na empresa, dende o punto de vista financeiro (Schneider, 1970), hai que establecer: o custo do investimento (Ruiz, 1994); a duración do investimento ou horizonte temporal, posto que moitos proxectos non son viables nun espazo de tempo, senón á longo prazo (Durán, 1992; Pérez e Veá, 1997); a saída de fondos, a través das partidas de gasto, para o que se elaboran as contas de resultados previsionais para a duración do investimento; os cobros e os pagos, a partir dos ingresos e gastos, na conta previsional de resultados (Diez e López, 2001).

A partir dos cobros e pagos xerados polo proxecto de investimento, e realizando a diferenza entre os mesmos, obtéñense os fluxos de tesourería resultantes (Aguer, 2004) ou o que é o mesmo os fondos xerados. Para a obtención dos anteditos fluxos de caixa, elabórase un plan de negocio para unha instalación xeradora de enerxía eléctrica de orixe fotovoltaica, o que implica definir un Balance de situación, unha Conta de resultados e un Estado de orixe e aplicación de fondos (EOAF)<sup>2</sup>, cunha estrutura determinada, dos que obteremos os *cash-flow* xerados para un horizonte temporal coincidente coa vida útil do investimento principal de cada industria (Cibrán e outros, 2008).

Con carácter previo á formulación dos estados financeiros realízase un estudo, ao obxecto de pescudar a variables chave á hora de estimar cada un dos elementos que compoñen cada estado financeiro. Son as seguintes: a) Os gastos de constitución, b) A potencia instalada, c) O prezo de pago por cada Kw instalado, d) Os elementos da instalación, e) A vida útil dos elementos, f) A porcentaxe de financiamento alleo sobre o Pasivo, g) A porcentaxe de fondos propios sobre o Pasivo, h) Os Kwh xerados, i) O réxime tarifario, j) Os tipos de interese. A partir destas variables poderanse compoñer os estados financeiros previsionais, e deles derivarase o valor do *cash-flow* dispoñible para os accionistas e por tanto a TIR estimada para os accionistas<sup>3</sup>.

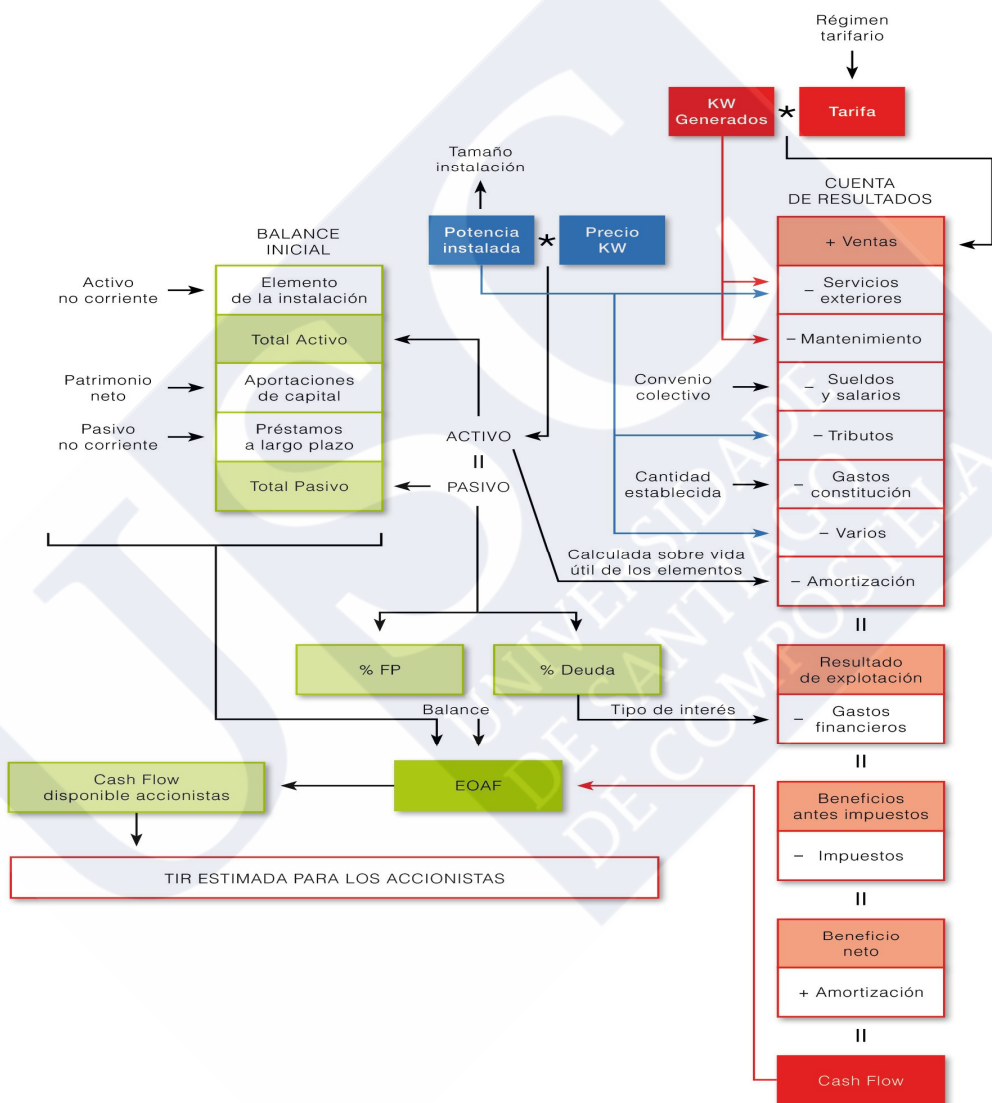
<sup>2</sup> O EOAF é o fluxo de caixa que se orixinou nunha empresa ao longo dun exercicio, o cal se calcula, restando ao balance da empresa ao final de cada exercicio económico, despois da repartición dos resultados, o balance da empresa ao comezo do mesmo (Blanco, 2008). Á hora de elaborar o plan de negocio, decidiuse utilizar o EOAF e non o Estado de fluxos de efectivo, xa que este tan só informa sobre a orixe e a utilización dos activos monetarios representativos de efectivo e outros activos líquidos equivalentes (Cibrán e outros, 2008).

<sup>3</sup> Entendendo o *cash-flow* dispoñible para os accionistas como o diñeiro que queda dispoñible na empresa para os accionistas e a TIR estimada para os accionistas como unha medida da rendibilidade obtida polos accionistas.

## 2.2. Elaboración dos estados financeiros

No esquema adxunto defínese o conxunto de variables esenciais na posta en marcha e desenvolvemento dun proxecto de enerxía fotovoltaica. Neste modelo, defínense as variables clave e a súa relación cos estados financeiros.

Gráfico 1: Desenvolvemento dun modelo de determinación de *cash-flows* para un proxecto de enerxía fotovoltaica (MCFf). Fonte: Elaboración propia.



A partir das variables clave descritas no modelo anterior, elabóranse os estados financeiros-contables:

### a. Balance da situación

Táboa 1: Balance de Situación. Fonte: Elaboración propia a partir do Plan Xeral Contable e do Modelo MCFf.

ESTRUCTURA DE UN BALANCE DE SITUACIÓN	
ACTIVO INICIAL	
	Terrenos y bienes naturales
	Instalaciones técnicas
	Otras instalaciones
	Maquinaria
	Otro inmovilizado material
	Amortización Acumulada
	Total Activo No Corriente
	Clientes
	Tesorería
	Total Activo Corriente
	<b>TOTAL ACTIVO</b>
PATRIMONIO NETO Y PASIVO	
	Aportaciones Capital
	Total Patrimonio Neto
	Préstamo
	Total Pasivo No Corriente
	Proveedores
	Total Pasivo Corriente
	<b>TOTAL PASIVO</b>

Onde cada elemento responde á seguinte descrición:

1. **Activo Non corrente:** a partir da potencia instalada en KW, o prezo pagado por cada KW, a natureza dos elementos que forman parte de cada instalación e a participación destes en termos porcentuais sobre o custe total da instalación, pódese confeccionar o activo non corrente polo importe das partidas.
2. **Activo corrente:** como a suma do saldo medio de clientes e o saldo medio de tesourería. Coñecida a cifra de vendas, e o período medio de cobro habitual no sector, inférese o saldo medio de clientes (Santandreu, 2001). Por outra banda, é posible estimar un saldo medio de tesourería a través dos pagos financeiros mensuais, calculados a partir da porcentaxe do financiamento alleo ao investimento, a nómina mensual estimada en función do número de traballadores e o pagos mensuais a provedores calculados a partir das partidas de gastos cuxa estimación explicaremos a continuación ao determinar a Conta de resultados.

Da suma do Activo non corrente e o Activo corrente obtemos o Activo Total, por tanto, o Pasivo Total, cuxos compoñentes calculamos da seguinte maneira:

1. **Pasivo Corrente:** neste proxecto será o saldo medio de provedores, calculado a partir das partidas de gastos (conta de resultados) e do período medio de pagamento.
2. **Pasivo Non corrente:** a partir da porcentaxe de financiación allea sobre o total da inversión.
3. **Patrimonio Neto:** diferenza dos anteriores elementos do Pasivo co Pasivo Total.

Para a estimación dos balances de situación previsionais para o resto dos exercicios imos ter en conta as amortizacións das inversións, que os beneficios son levados a reservas na súa

totalidade, a amortización da débeda e os incrementos nos saldos de Clientes, Provedores e Nóminas<sup>4</sup>.

### b. Conta de Resultados

Táboa 2. Conta de resultados. Fonte: Elaboración propia a partir do Plan Xeral Contable e do Modelo MCFf.

CONFIGURACIÓN DE UNA CUENTA DE RESULTADOS	
Ingresos de explotación	
KWh Generados	
Prima	
Costes de Mantenimiento	
Servicios exteriores	
Prima de seguros	
Canon ayuntamiento	
Canon terrenos	
Coste Agente Vendedor	
Coste del sistema de predicción de la energía	
Sueldos y salarios	
Tributos	
Gastos Constitución y Primer Establecimiento	
Varios	
Dotación para amortizaciones	
Resultado Explotación	
Gastos Financieros	
Resultado antes Impuestos	
Impuestos	
<b>Beneficio Neto</b>	

Onde os Ingresos e os Gastos estímase da seguinte maneira:

- 1. Os ingresos ou cifra de vendas:** como o produto dos Quilowatts/hora, (Kwh) xerados ao ano, dato que se obtén a partir da potencia instalada e das condicións da contorna no relativo a horas anuais de vento, horas de luz e recursos de madeira dispoñibles en función de se se trata de enerxía eólica, fotovoltaica ou Biomasa forestal, polo prezo de venda de KW xerado segundo a prima recoñecida no réxime tarifario aplicable.
- 2. Os custos de mantemento:** como unha cantidade estimada por cada KWh xerado ao ano pola instalación.
- 3. Os servizos exteriores:** estímase como un importe en función da potencia instalada para as primas de seguros e os tributos, e como unha cantidade en función da cifra de vendas no caso do canon do concello, o alugueiro de terreos, os custos de mantemento e as comisións do axente vendedor da enerxía.
- 4. Os soldos e salarios:** calcúlanse en función do convenio colectivo do sector.
- 5. Os tributos:** estímase un importe en función da potencia instalada.
- 6. Os gastos de constitución e primeiro establecemento:** establécese unha cantidade fixa.
- 7. Varios:** estímase unha cifra en función da potencia instalada.

<sup>4</sup> Cun incremento dun 2% anual.

8. **As amortizacións:** estimadas a partir da vida útil de cada un dos equipos e instalacións que forman parte da instalación, e dos coeficientes permitidos pola Axencia tributaria.

Con iso obtense o *resultado de explotación* como a diferenza dos ingresos e gastos calculados ata ese momento. Para obter o *resultado antes de impostos* réstase ao resultado de explotación os gastos financeiros, aplicando ao importe de financiamento alleo o tipo de interese vixente para este tipo de proxectos. Se á súa vez ao *resultado antes de impostos* se lles restan os impostos calculados sobre o mesmo aplicando a tarifa do imposto sobre sociedades<sup>5</sup>, obtense o *beneficio neto* a partir do cal e sumándolle as amortizacións poderanse estimar os fluxos de tesourería xerados. A partir dos estados anteriores e do *cash-flow* estimado, obtense o Estado de orixe e aplicación de fondos para os distintos exercicios (táboa 3), o que vai permitir obter o *cash-flow dispoñible para os accionistas*.

c. **Estado de orixe e aplicación de fondos**

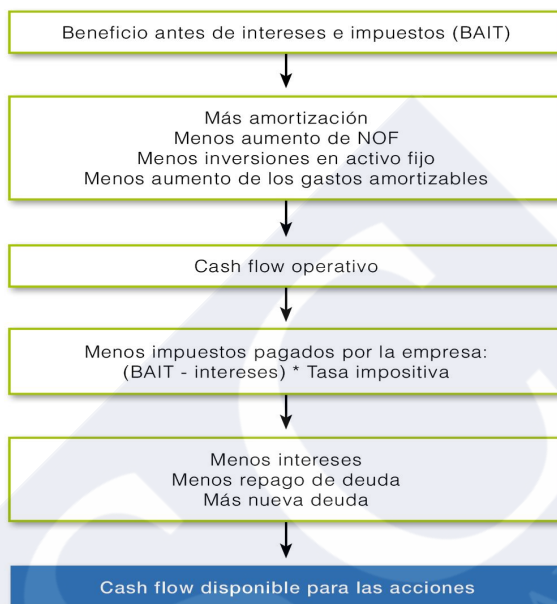
Táboa 3. Estado de orixe e aplicación de fondos. Fonte: Elaboración propia a partir do Plan Xeral Contable e do Modelo MCFf.

ESTRUCTURA DE UN ESTADO DE ORIGEN Y APLICACIÓN DE FONDOS			
	Final 1º año	Final 2º año	Final 3º año
<b>ORÍGENES</b>			
Préstamo			
Capital Socios			
Nuevas aportaciones			
Proveedores			
Cash Flow generado			
Dotación reserva legal (10%)			
<b>APLICACIONES</b>			
Compra inmovilizados			
Terrenos y bienes naturales			
Instalaciones técnicas			
Otras instalaciones			
Maquinaria			
Otro inmovilizado material			
Tesorería			
Clientes			
Dotación reserva legal			
Devolución préstamo			
<b>Cash Flow disponible para los accionistas</b>			

Considérase o *cash-flow dispoñible para os accionistas* como o diñeiro que queda dispoñible na empresa para os accionistas despois de impostos, de cubrir as necesidades de investimento en activos e o aumento das necesidades operativas de fondos, de abonar as cargas financeiras, de devolver o principal da débeda, e de recibir nova débeda (Fernández, 2001), tal como recóllese no grafico 3, ou como a cantidade de diñeiro diferencial que xera para o accionista o proxecto ou decisión que se está analizando, no caso de que a empresa non tivese débeda. É dicir, é a cantidade que se podería repartir en dividendos se non houberse débeda (López, 2.000).

<sup>5</sup> Aplícase un 25% de tipo impositivo e un IPC do 2%

Gráfico 2: *Cash-flow* dispoñible para os accionistas. Fonte: Elaboración propia a partir de (Fernández, 2001, p. 183)



Unha vez coñecido o importe do investimento inicial e os fluxos de tesourería, é posible calcular a rendibilidade do proxecto de enerxía fotovoltaica, a través da taxa interna de rendibilidade económica (Pérez -Carballo, 2001) e a rendibilidade obtida polos accionistas.

Por iso, calcúlase a TIR para o caso concreto dos accionistas a partir dos desembolsos de capital realizados polos socios ao comezo do investimento, do *cash-flow* dispoñible para os accionistas xerados ao longo da vida útil e do valor de liquidación da empresa, entendido este como o valor do Patrimonio Neto no último ano da instalación menos os gastos de liquidación do negocio (Fernández, 2001). Denominarase TIR estimada para os accionistas, cuxa expresión matemática é:

$$TIR_{Rea} = \sum_{n=1}^{vida\ útil} \frac{CF\ accionistas}{(1 + TIR)^n} + \frac{Valor\ liquidación}{(1 + TIR)^{vida\ útil}} - Aportacións\ de\ capital\ (I)$$

### 3. ESTUDO ESTATÍSTICO

#### 3.1. Mostra e obtención dos datos

##### 3.1.1. Mostra

A poboación obxecto de estudo está formada polo conxunto de instalacións de enerxía fotovoltaica situadas en Galicia.

Para a delimitación do conxunto das instalacións de enerxía fotovoltaica, utilízase a base de datos do RIPRE (Rexistro de instalacións produtores en réxime especial). Esta información foi complementada por información obtida do INEGA (Instituto enerxético de Galicia) e pola base de datos financeiros SABI. En total, contabilízanse para Galicia 59 instalacións de enerxía fotovoltaica. Ademais, tan só contempláronse as superiores a 5Kw de potencia instalada, ao considerar que a instalación de plantas máis pequenas vai asociado máis a un

afán de autoconsumo ou de produción a pequena escala, que a unha actividade empresarial propiamente dita.

### 3.1.2. Obtención de datos

A obtención dos datos circunscribíase ao primeiro trimestre do ano 2011, a través dunha serie de contactos persoais cos xerentes e/ou propietarios. Estes contactos revestiron a forma de entrevistas persoais, e a realización dunha enquisa, persoal ou telefónica<sup>6</sup>, para recompilar unha serie de datos cun certo grao de homoxeneidade en todas as empresas, para proceder posteriormente ao seu tratamento estatístico.

A utilización desta metodoloxía achega indubidables vantaxes, entre as que destaca a posibilidade de seguir un proceso de retroalimentación para emendar aquelas deficiencias que se puidesen poñer de manifesto á hora da realización das entrevistas persoais e de encher o cuestionario.

### 3.2 Obxectivo do estudo

O obxectivo do traballo é unha análise da enerxía solar fotovoltaica en Galicia dende a perspectiva da súa rendibilidade. Para iso abórdase un estudo empírico das instalacións de enerxía fotovoltaica en funcionamento na comunidade autónoma galega.

Para a elaboración do estudo empírico, expónse en primeiro lugar a elaboración dun plan de negocio para instalacións de enerxía solar fotovoltaica partindo dun número limitado de variables (potencia instalada, fondos propios, fondos alleos, tipos de interese, enerxía producida ao ano, vida útil dos equipos e réxime tarifario).

Por outra banda, resulta de gran utilidade atopar unha relación de causa-efecto definida a través dun modelo de regresión loxístico entre as características de cada empresa e as súas expectativas de rendibilidade, que permite identificar como se xera o valor, de maneira que se poidan identificar as características das explotacións máis rendibles.

#### 3.2.1. Estudo empírico

O estudo empírico sobre o comportamento da rendibilidade das empresas de enerxía solar fotovoltaica situadas en Galicia estrutúrase nas seguintes fases:

- 1) Obter, a través dun cuestionario que se traslada aos responsables das instalacións de enerxía solar fotovoltaica en Galicia, respostas para as seguintes características:
  - Forma xurídica.
  - Pertenza a grupo empresarial.
  - Natureza dos socios propietarios.
  - A súa localización exclusiva en Galicia ou noutros territorios.
  - O ano de instalación.
  - A existencia dunha xestión independente ou compartida da actividade.
  - A formación do xestor.
  - A propiedade ou o alugueiro dos equipos.
  - A existencia dunha política de responsabilidade social corporativa.
  - A posesión dalgún certificado medioambiental.
  - A venda de dereitos de emisión de CO<sub>2</sub>.
  - A potencia instalada.
  - A vida útil dos equipos.

---

<sup>6</sup> Unha enquisa por teléfono pode presentar un certo nivel de risco se algún individuo da poboación non ten teléfono. No noso caso, a totalidade da poboación tiña teléfono, polas informacións das que dispoñíamos, polo que non estaríamos a incluír ningún tipo de rumbo. De todos os xeitos, nalgúns casos optouse pola entrevista acode (Azorín e Sánchez, 1986).

- A porcentaxe de subvención obtida.
  - Se dispón de mantemento propio ou externo.
  - O réxime tarifario.
  - A enerxía producida ao ano.
  - A financiación allea e propia.
  - O prazo da financiación allea.
  - A rendibilidade estimada ao inicio do proxecto.
  - A rendibilidade actual.
- 2) Elaborar un plan de negocio individual para cada unha das empresas estudadas, a partir da metodoloxía aplicada na construción dos plans de negocios xerais e os datos financeiros obtidos na enquisa. Calcúlase a *TIR estimada para os accionistas*.
  - 3) Seleccionar as instalacións exitosas en termos de rendibilidade a partir dunha análise discriminante sobre a variable *TIR estimada para os accionistas*. A utilización desta variable parte da idea de que os accionistas miden a rendibilidade dos seus investimentos en función dos desembolsos realizados por eles efectivamente e os retornos xerados polas instalacións en termos de *fluxos de caixa dispoñibles para os accionistas*. Desta maneira considérase exitosa a toda instalación cuxa *TIR estimada para os accionistas* sexa superior ao valor medio da *TIR estimada para os accionistas* de todas as instalacións.
  - 4) Enunciar un modelo predictivo, que explique as variables relevantes na rendibilidade dunha instalación, así como as causas.

### 3.2.2. Estimación dun modelo de regresión loxística

Realízase unha estimación dun modelo de regresión loxística. O obxectivo que se pretende é atopar aquelas variables que permiten explicar o resultado, así como cuantificar a relación existente entre as variables a través dun modelo matemático. Este modelo permite coñecer as variables de clasificación dos individuos da mostra en cada unha das dúas subpoboacións establecidas, determinadas polos dous valores posibles da variable dependente. A través da regresión loxística é posible investigar factores causales dunha determinada característica da poboación e, tamén, estudar que factores modifican a probabilidade dun suceso determinado.

O obxectivo último sería utilizar o modelo con fins de predición e, por tanto, cunha aplicabilidade maior. É dicir, coñecidos os valores das variables independentes, que no caso da regresión loxística denomínanse covariables, a través do modelo poderíase predicir cal será o valor da variable dependente para coñecer en que subpoboación inclúese a un individuo en particular, cunha certa marxe de erro, que será menor canto maior sexa a bondade de axuste do modelo.

O modelo matemático vén dado pola fórmula (Hosmer e Lemeshow, 2000):

$$\pi(X) = P(Y = 1 / x_1, x_2, \dots, x_p) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_p \cdot x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_p \cdot x_p}}$$

Onde Y é a variable dependente e ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) son as covariables (Rodríguez Vilariño, 1995). As covariables deben ser significativas, ou o que sería o mesmo, o modelo que inclúe as variables debe explicar significativamente á variable dependente (estatístico de Wald).

Para seleccionar as covariables realízase previamente un contraste para avaliar a asociación entre cada unha das posibles covariables e a variable independente, introducindo só no

modelo de regresión loxística aquelas covariables que no contraste univariante teñen unha significación estatística ( $p < 0,05$ ).

Ao realizar a estimación do modelo de regresión loxística compróbase que as variables incluídas no modelo manteñen a significación estatística. Se todos os coeficientes que resultan ao final do proceso son estatisticamente distintos de cero, o modelo terá un significado estatístico.

### 3.2.3. Avaliación final

Unha das formas de avaliar o axuste do modelo é mediante a "valoración dunha proba diagnóstica", comprobando como clasifica o novo test (o modelo obtido) aos individuos da mostra de comprobación en comparación coa realidade (o observado). De feito, o programa SPSS analiza automaticamente, tras seleccionar as variables do modelo, cal sería a clasificación dos individuos do estudo despois de aplicar a ecuación obtida, e crea unha táboa 2x2 cos valores prognosticados e os realmente observados.

Outra opción para valorar o axuste do modelo no seu conxunto é a través das chamadas medidas globais de bondade de axuste, entre as que se atopan:

1. A devianza do modelo, que corresponde a menos dúas veces o logaritmo neperiano da verosimilitude ( $-2 \log$  da verosimilitude,  $-2LL$ ), mide ata que punto un modelo axústase ben aos datos.
2. O *R cadrado de Cox e Snell* é un coeficiente de determinación xeneralizado que se utiliza para estimar a proporción de varianza da variable explicada polas variables predictoras. O *R cadrado de Cox e Snell* baséase na comparación do log da verosimilitude (LL) para o modelo respecto ao log da verosimilitude (LL) para un modelo de liña base. Os seus valores oscilan entre 0 e 1.
3. O *R cadrado de Nagelkerke* é unha versión corrixida da *R cadrado de Cox e Snell*. O *R cadrado de Cox e Snell* ten un valor máximo inferior a 1, mesmo para un modelo "perfecto". O *R cadrado de Nagelkerke* corrix a escala do estatístico para cubrir o rango completo de 0 a 1.

## 4. O MODELO DE REGRESIÓN LOXÍSTICA

### 4.1. Elaboración do modelo de regresión loxística

Estímase un modelo de regresión loxística no que se inclúen como covariables as variables que amosaron significación estatística na súa asociación univariante coa variable resultado *discriminación por rendibilidade*:

- **Provincia** (recodificada): variable dicotómica que toma o valor 1 se a provincia onde está situada a instalación é Pontevedra e 0 no resto das provincias.
- **Pertenza a grupo**: variable dicotómica que toma o valor 0 se a empresa non pertence a un grupo empresarial e 1 noutros casos.

O resultado dos coeficientes e niveis de significación da regresión loxística, obtido en SPSS cos datos das enquisas, son (Táboa 4):

Táboa 4: Variables na ecuación do modelo de regresión loxística. Fonte: Elaboración propia a partir dos datos obtidos da enquisa.

		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95,0% para EXP(B)	
								Inferior	Superior
Paso 1 (a)	Pertenza a grupo(1)	-2,938	,828	12,579	1	,000	,053	,010	,269
	Provincia (1)	2,355	,792	8,841	1	,003	10,540	2,232	49,783
	Constante	-1,138	,573	3,945	1	,047	,320		

As covariables incluídas no modelo manteñen a significación estatística ( $p < 0,05$ ) que as relaciona coa variable dependente *Discriminación por rendibilidade*.

O modelo ten a seguinte forma funcional:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp(1,138 + 2,938X_1 - 2,355X_2)}$$

Onde:

Y=Discriminación por rendibilidade

X<sub>1</sub>= Pertenza a grupo

X<sub>2</sub>= Provincia (recodificada)

A variable *Provincia* (recodificada) intervéñ con signo positivo, polo que a localización da instalación na provincia de Pontevedra incrementa a probabilidade de que a empresa teña unha rendibilidade superior á media, con respecto á súa situación en calquera das outras tres provincias. Concretamente, as empresas situadas na provincia de Pontevedra teñen 10,54 veces máis probabilidade de ter unha rendibilidade superior á media que as situadas noutra provincia galega.

Por outra banda, a variable *Pertenza a grupo* intervéñ con signo negativo, polo que o feito de que unha empresa forme parte dun grupo diminúe a probabilidade de que a empresa teña unha rendibilidade superior á media. Máis exactamente, as empresas que pertencen a un grupo teñen 0,053 veces máis probabilidade de ter unha rendibilidade superior á media que as que non pertencen a ningún grupo.

#### 4.2. Validación do modelo de regresión loxística

Como se pode comprobar na Táboa 5, o modelo que se estimou con estas dúas variables ten unha capacidade de clasificar correctamente ao 84,7% dos casos, aínda que clasifica mellor a rendibilidade baixa que a alta. De feito, o modelo clasifica ben ao 92,3% das 39 empresas con "rendibilidade inferior á media" (E=0), e clasifica correctamente ao 70% das 20 empresas con "rendibilidade superior á media".

Táboa 5: Clasificación do modelo de regresión loxística. Fonte: Elaboración propia a partir de datos de enquisa.

	Observado		Prognosticado		
			Discriminación por rendibilidade		Porcentaxe correcta
			0	1	
Paso 1	Discriminación por rendibilidade	0	36	3	92,3
		1	6	14	70,0
	Porcentaxe global				84,7

Como se desprende da Táboa 6, a proporción de variabilidade da *discriminación por rendibilidade* que é explicada por este modelo atópase entre o 31,4% (R cadrado de Cox e Snell) e o 43,4% (R cadrado de Nagelkerke). Por tanto, pódese dicir que unha porcentaxe de influencia sobre o feito de que unha empresa fotovoltaica teña unha rendibilidade superior á media débese ás variables analizadas.

Táboa 6: Estatísticos de axuste global do modelo de regresión loxística. Fonte: Elaboración propia a partir da enquisa.

Paso	-2 log da verosimilitude	R cadrado de Cox e Snell	R cadrado de Nagelkerke
1	53,369	,314	,434

## 5. CONCLUSIONES

O modelo obtido pon de manifesto a relación existente nas empresas fotovoltaicas entre a rendibilidade, a súa localización nunha determinada provincia e a súa pertenza a un grupo empresarial.

Tal como se reflicte nos resultados obtidos para o R cadrado de Cox e Snell, o 31,4%, e o R cadrado de Nagelkerke, o 43,4%, poñendo de manifesto que as variables "Provincia" e "Pertenza a grupo" teñen unha porcentaxe de influencia moi importante sobre o feito de que unha empresa fotovoltaica teña unha rendibilidade superior á media.

Por todo iso podemos afirmar que os factores que incidirían nunha maior rendibilidade empresarial neste tipo de empresas será a súa situación na provincia de Pontevedra, por tratarse dunha provincia con maior radiación solar que as do norte, con moita costa e unha topografía adecuada e, o feito de non pertencer a un grupo empresarial, xa que este tipo de investidores só levarán a cabo este negocio se a rendibilidade é alta.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguer Hortal, M. (2004). *Decisiones de inversión en la empresa, un enfoque práctico*. Madrid: Pirámide.
- Azorín, F. y Sánchez Crespo, J.L. (1986) .*Métodos y aplicaciones del muestreo*, Madrid .Ed. Alianza Universidad Textos.
- Blanco Silva, F. y López Díaz, A. (2009): "Estudio de viabilidad de una instalación fotovoltaica de coste 50.000 euros en España", *Pecvnía*, N° 9, pp. 27-42.
- Calvo Silvosa, A. y Doldán García, X. (2006): "Diagnóstico enerxético: bases para un debate de futuro", *Criterios: Revista de pensamiento político y social* , N° 7. Diciembre 2006.
- Cibrán P, Villanueva M, y Fernández M.T. (2008). *Planificación financiera, teoría y casos prácticos*. Santiago de Compostela: Tórculo Edicións.
- Copena, D.; Simón, X. (2014) *La producción de energía eléctrica a partir de la biomasa forestal primaria: análisis del caso gallego*. Revista de Economía Galega. Vol. 23 Pp. 91-112.
- Díez de Castro, L. y López Pascual, J. (2001). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Madrid: Prentice Hall.
- Durán Herrera. (1992) .*Economía y dirección financiera de la empresa*. Madrid: Pirámide.
- Fernández, P. (2001) *Valoración de empresas*. Barcelona. Ediciones Gestión 2.000; S. A.
- Fernández Álvarez A. (1994). *Introducción a las finanzas*. Madrid: Civitas.
- Gari Ramos, M. et alt. (2008). Energías renovables y generación de empleo en España presente y futuro. Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud.
- Hosmer DW y Lemeshow S. (2000). *Applied Logistic Regression*. USA: John Wiley @ sons.
- López Lubián, F. (2000). *Dirección de negocios y creación del valor: una guía práctica*. Barcelona: Cisspraxis.
- Pardo Merino A y Ruiz Díaz M. (2002). *SPSS 11 Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw-Hill.
- Pardo Merino A y Ruiz Díaz M. (2005). *Análisis de datos con SPSS 13 Base*. Madrid: McGraw-Hill. 2.005.
- Pérez-Carballo A y J, Vela Sastre, E. (1997). *Principios de gestión financiera de la empresa*. Madrid: Alianza Universidad Textos.
- Pérez-Carballo, J. (2001). *Del valor de la empresa a la creación del valor*. Madrid: Civitas Ediciones; S. L.

- Puig, P y Jofra, M. (2003). *Energías renovables para todos: energía solar fotovoltaica*. Madrid: Haya comunicación.
- Regueiro Ferreira, R. (2013). *Renewable Energy And Sustainability: Passwords To Welfare?* Revista Galega de Economía, vol. 22.
- Rodríguez Vilarinho, M.L. (1995): "Predicción de la solvencia empresarial por medio del análisis logit", *Análisis Financiero*, núm. 65, p.72.
- Ruiz Martínez, R. J. (1994). *La viabilidad financiera de la empresa*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Ruiz-Maya L y Martín Pliego F. (1995). *Estadística II: Inferencia*. Madrid. Editorial AC.
- Santandreu, E. (2001) *Manual de gestión del circulante*. Barcelona: Gestión 2.000.
- Schneider, E. (1970) .*Teoría de la inversión*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Silva Aycaguer L. (1994). *Excursión a la regresión logística en ciencias de la salud*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Varela Vázquez, P.; Sánchez Carreira, M.C., (2014 ). *Estado De Desarrollo Del Sector De La Energía Eólica En Galicia Desde Una Perspectiva De Clúster*. Revista Galega de Economía, vol. 23, pp.53-78.