

**CONTRATO DE CONSULTORÍA N° 057 – 2020**

**CONTRATANTE: IPSE**

**CONTRATISTA: CONSORCIO CONSENER 2020**

**PROYECTO DE “CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS INIDIVIDUALES SOLARES  
FOTOVOLTAICOS PARA LAS UNIDADES COMUNITARIAS DE ATENCIÓN  
“UCAS” RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO DE  
RIOHACHA, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA”**

**ESQUEMA DE SOSTENIBILIDAD**

**Elaborado por:**



**JOHN JAIRO CORREA GARCÉS**

**Ingeniero Electricista**

**M.P. N° 05205-11294**

**Yopal, Diciembre de 2021**

## Tabla de contenido

1	Introducción .....	4
2	No. de usuarios beneficiados .....	6
3	Cálculo de ingresos.....	7
3.1	Componente de generación.....	7
3.1.1	Componente de inversión .....	7
3.1.2	Componente de AOM .....	7
3.2	Componente de comercialización.....	8
3.3	Factura total mensual .....	9
3.4	Distribución de la facturación .....	10
3.5	Capacidad de pago .....	11
3.6	Ingreso anual.....	11
4	Cálculo de costos.....	13
4.1	Costo de administración.....	13
4.2	Costo de operación .....	16
4.3	Costo de mantenimiento.....	16
4.3.1	Costo de mantenimiento preventivo .....	16
4.3.2	Costo de mantenimiento correctivo .....	17
4.3.3	Costo total de mantenimiento .....	19
4.4	Costo de comercialización.....	20
4.5	Costo de financiación .....	20
4.6	Costo de disposición de baterías.....	21
5	Flujo financiero.....	22
6	Análisis socio - económico .....	24
6.1	Costos del proyecto.....	24
6.2	Beneficios del proyecto.....	26

6.3	Flujo de beneficios y costos del proyecto sin RPC .....	30
6.4	Flujo socio - económico del proyecto con RPC .....	32
7	Conclusiones.....	34

#### LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Número de usuarios beneficiados .....	6
Tabla 2	IPP Oferta Interna .....	8
Tabla 3	Tarifa mensual generación SISFV 800 Wp .....	8
Tabla 4	IPC Histórico.....	9
Tabla 5	Tarifa mensual comercialización SISFV 800 Wp .....	9
Tabla 6	Factura total mensual SISFV 800 Wp.....	10
Tabla 7	Distribución facturación mensual y anual del SISFV 800 Wp .....	10
Tabla 8	Gastos promedio por usuario en uso de sustitutos energéticos.....	11
Tabla 9	Ingresos en el año 1 .....	12
Tabla 10	Costos de insumos de aseo y cafetería de la oficina del operador del SISFV del proyecto .....	13
Tabla 11	Costos de pólizas del operador del SISFV del proyecto.....	14
Tabla 12	Costos de oficina del operador del SISFV del proyecto .....	14
Tabla 13.	Costos de personal del operador del SISFV del proyecto.....	15
Tabla 14.	Factor prestacional del personal de oficina .....	15
Tabla 15.	Costo de administración del operador del SISFV del proyecto .....	15
Tabla 16.	Costo anual de un técnico electricista.....	16
Tabla 17.	Costo mantenimiento preventivo .....	17
Tabla 18.	Costo directo equipos del SISFV .....	18
Tabla 19.	Tasa de falla anual de los equipos y su respectivo costo de reposición para un SISFV.....	18
Tabla 20.	Costo anual de la mano de obra y total para el mantenimiento correctivo por usuario..	18
Tabla 21.	Resumen costo anual del mantenimiento.....	19
Tabla 22.	Costo de comercialización .....	20
Tabla 23	Costo de financiación por demora en el desembolso de subsidios en el año 1.....	21
Tabla 24	Costo de disposición de baterías.....	21
Tabla 25.	Flujo financiero proyecto SISFV .....	22
Tabla 26.	Costo de importación de los equipos del SISFV .....	24
Tabla 27.	Costos desagregados de inversión del proyecto con SISFV.....	25
Tabla 28.	Razón Precio - Cuenta "RPC" de los costos de inversión y AOM.....	26
Tabla 29.	Razón Precio - Cuenta "RPC" de los beneficios obtenidos con el proyecto de SISFV .....	27
Tabla 30.	Cálculo de los valores de generación de empleo al ejecutarse el proyecto en el año 0 y operarlo en el año 1 .....	28

Tabla 31. Cálculo del incremento nutricional de los niños de las UCAS en el año 1.....	29
Tabla 32. Flujo de beneficios y costos sin RPC del proyecto con SISFV .....	31
Tabla 33. Flujo socio - económico con RPC del proyecto con SISFV .....	32

## 1 Introducción

Para determinar el esquema de sostenibilidad para la prestación del servicio de electricidad con sistemas individuales solares fotovoltaicos (SISFV) para usuarios rurales y dispersos en las Zonas No Interconectadas (ZNI) del Municipio de Riohacha, Departamento de La Guajira, se aplican las resoluciones transitorias N° 166 de 2020 de la CREG, donde se establecen los cargos máximos de remuneración de generación y comercialización para sistemas individuales solares fotovoltaicos (SISFV) de más de 500 W en ZNI en \$ de junio de 2020 y la resolución transitoria N° 40296 de 2020 del Ministerio de Minas y Energía donde se establecen los subsidios para los SISFV ligados a la resolución transitoria N° 166 de 2020 de la CREG.

Para efectuar el análisis de sostenibilidad del proyecto se usa el modelo que tiene establecido el IPSE en su página Web [www.ipse.gov.co](http://www.ipse.gov.co): Inicio / Transparencia / Trámites y servicios / Esquema Sostenibilidad.

En dicho formato se deben calcular los siguientes conceptos:

- Definir el número de usuarios beneficiados en el proyecto.
- Proyección de los ingresos por la prestación del servicio de energía, detallando los ingresos que le corresponde asumir al usuario y los ingresos por concepto del subsidio otorgado por la nación, de acuerdo a las tarifas aprobadas por la CREG y a la resolución sobre subsidios del Ministerio de Minas y Energía.
- Proyección de los costos de administración, operación y mantenimiento de los sistemas energéticos, considerando factores tales como costos de oficina, costos de personal, costos de mantenimiento preventivo y correctivo, y costos de comercialización.
- Calcular el flujo de fondos financiero de los ingresos y costos proyectados del esquema de sostenibilidad en un horizonte de diez (10) años a una tasa de inflación anual estimada, de acuerdo a la metodología planteada por el IPSE.
- Calcular el flujo de fondos socio - económico de acuerdo a la metodología de la Guía MGA del DNP, considerando los beneficios y costos del proyecto de acuerdo a la Razón Precio – Cuenta “RPC”, de tal forma que se pueda justificar positivamente la inversión a realizar en el proyecto.

También se debe sugerir de acuerdo al resultado del esquema de sostenibilidad, el tipo de contrato que debe establecer el Minenergía con el operador de los SISFV.

Finalmente, se plantean las conclusiones que se obtienen de acuerdo a los resultados arrojados en el análisis del esquema de sostenibilidad.

## 2 No. de usuarios beneficiados

En la siguiente tabla se detalla el número de usuarios beneficiados con el proyecto de electrificación a estructurar con SISFV para las ZNI del municipio de Riohacha, Departamento de La Guajira.

UCAS MUNICIPIO DE RÍOHACHA, LA GUAJIRA								
No.	COMUNIDAD INDÍGENA	No. USUARIOS	No.	COMUNIDAD INDÍGENA	No. USUARIOS	No.	COMUNIDAD INDÍGENA	No. USUARIOS
1	ALJOTE	4	42	JERREJERREMANA	1	83	PARRALUAIN	1
2	ALPANASIRA	1	43	JIRRAWAIKAT	4	84	PATAGONIA	1
3	AMAMANA	1	44	JOKOMAO	2	85	PORVENIR	1
4	AMUTKOU	1	45	JOPE	1	86	PUENTE PALO	1
5	ANARALITO NUEVO	2	46	JOTOMANA	1	87	PUERTO NUEVO	1
6	ANGOSTURA	2	47	JULIAKAT	1	88	PULITCHAMANA	1
7	ANOUSHIMANA	1	48	JULIANCHON	1	89	RIOHACHA	1
8	ARITAURE	1	49	JULUAIIPA	1	90	ROMONERO	1
9	AYATPANA	1	50	JUTPUNARE	1	91	SABANA	2
10	BELEN	1	51	JUTUMANA	1	92	SABANA PIEDRA	1
11	BUENA VISTA	2	52	KAITINMANA	1	93	SANTA CLARA	3
12	CAIMARA	1	53	KALINASIRRA	1	94	SANTA CRUZ	1
13	CAMARONES	2	54	KAMUCHASAIN	3	95	SANTA LUCÍA	1
14	CARDONAL	1	55	KANEWAKAT	1	96	SEIBACAL	1
15	CASCABEL	1	56	KAPUCHIRAPU	1	97	SHURUINPA	1
16	CEIBA	2	57	KASUTALAIN	1	98	SOLMITA	1
17	CERRILLO	1	58	KAULAYAPALE	1	99	SUSULEIN	1
18	CERRO AZUL	1	59	KEWIRRASHI	1	100	TABLAZO	1
19	CERRO PLANO	1	60	KOICHIMA	1	101	TORINCHEN	1
20	CIRUELO	3	61	LA PIEDRECITA	1	102	TRAMPA DEL TIGRE	1
21	CORRAL VIEJO	1	62	LIMONAL	1	103	TRINIDAD	1
22	CUCURUMANA	15	63	LOS REMEDIOS	1	104	ULESHICHON	1
23	DIOS VERA	1	64	MACOYA	2	105	ULISHIMANA	1
24	DIVIDI	1	65	MAISHIMANA	2	106	UNAAPUCHON	13
25	EL COLORAO	2	66	MAISHISHI	1	107	URRAICHI	1
26	EL MOJAN	3	67	MAKUREMA	1	108	USIMANA	1
27	EL POZO	1	68	MALAWAIKAT	1	109	VIA SANTA MARTHA	1
28	ESPERANZA	1	69	MALAWAISAU	1	110	VILLA JULIA	1
29	ETKISHIMANA	2	70	MAÑATU	2	111	VILLA MARTÍN	6
30	GALILEA	2	71	MAWIPA	1	112	VILLA MARTÍN MACHOBAYO	1
31	GELLUPULE	2	72	MIECHIKA	1	113	WACTAKIRAT	1
32	GUACHAQUERO	1	73	MOCHOMANA	1	114	WAIIRAIKAT	1
33	GUATAPIRO	1	74	MONTE VERDE	1	115	WASIMO	2
34	GUAYABITAL	1	75	MURALAIN	1	116	WAYAWIKAT	1
35	GUAYABITAL2	1	76	NUEVA ESPERANZA	1	117	WERRUKA	1
36	HONCHON	1	77	NUEVA VIDA	1	118	WIRMANA	1
37	IPAMANA	1	78	NUMANAO	1	119	WIWITAIN	1
38	ISHINANA	1	79	OCHO PALMAS	1	120	WUALUAIN	1
39	JASACHON	2	80	OKUSHIMANA	1	121	WUAYUCHINKAL	1
40	JASAISHIAU	2	81	PALMARITO	1	122	YOULECHON	1
41	JAYAPAMANA	1	82	PANTERRAMANA	1		<b>TOTAL</b>	<b>184</b>

**Tabla 1 Número de usuarios beneficiados**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la anterior tabla se benefician en total ciento ochenta y cuatro (184) usuarios, con el proyecto a estructurar con SISFV.

### 3 Cálculo de ingresos

Los ingresos del proyecto están ligados a la facturación por la prestación del servicio de energía con SISFV, de acuerdo a las tarifas establecidas en la resolución transitoria N° 166 de 2020 de la CREG, donde se establecen los cargos máximos de remuneración de generación y comercialización para sistemas individuales solares fotovoltaicos (SISFV) de más de 500 W en ZNI en \$ de junio de 2020 y la resolución transitoria N° 40296 de 2020 del Ministerio de Minas y Energía donde se establecen los subsidios para los SISFV ligados a la resolución transitoria N° 166 de 2020 de la CREG.

A continuación se detalla el cálculo de los distintos componentes de la tarifa de facturación aprobada en la resolución transitoria No. 166 de 2020 de la CREG.

#### 3.1 Componente de generación

Generación = Inversión + Administración, Operación y Mantenimiento (AOM)

##### 3.1.1 Componente de inversión

Como la inversión es efectuada con recursos del estado (fondos del SGR, FAZNI o FENOGE), no se carga dicho costo al usuario.

##### 3.1.2 Componente de AOM

AOM = Administración + Operación + Mantenimiento

La tarifa máxima a facturar mensualmente por el componente de AOM para un SISFV de acuerdo a la normatividad transitoria es de \$ 86.525 por factura a \$ de junio de 2020 y se actualiza en base al IPP Oferta Interna, calculado por el DANE, según se detalla en la siguiente tabla.

		Índice de Precios del Productor. <sup>1</sup>										
		(Base: Diciembre 2014=100)										
		Producción Nacional <sup>1,2</sup>				Oferta Interna <sup>1,3</sup>				Procedencias <sup>1</sup>		
		Producción Nacional	Agricultura, ganadería y	Minería	Industria	Oferta Interna	Agricultura, ganadería y	Minería	Industria	Producidos para Consumo Interno	Importados	Exportados
2020	Enero	119,91	130,91	106,21	121,47	122,34	128,69	143,42	120,28	122,62	121,69	112,97
	Febrero	118,69	133,00	96,80	121,86	122,34	129,87	130,48	120,73	122,05	123,03	110,10
	Marzo	116,16	141,37	73,88	122,77	123,27	137,53	100,22	122,11	120,78	129,15	104,36
	Abril	112,33	143,54	56,02	121,60	122,59	140,05	85,55	121,61	118,91	131,31	95,50
	Mayo	113,73	142,42	64,86	121,46	122,50	139,21	92,26	121,30	119,17	130,38	99,82
	Junio	115,73	138,23	79,00	121,34	122,59	135,49	114,15	120,93	120,14	128,38	104,43
	Julio	117,49	137,65	87,24	121,79	122,76	135,33	118,92	120,93	120,64	127,79	109,44
	Agosto	119,31	138,44	91,15	123,23	123,54	135,88	123,07	121,57	121,02	129,52	114,94
	Septiembre	118,78	141,08	86,80	123,12	123,70	138,78	117,73	121,57	121,33	129,32	112,24
	Octubre	119,52	142,10	88,15	123,63	124,42	139,85	120,27	122,14	121,78	130,67	113,73
	Noviembre	119,54	142,54	89,71	123,15	124,31	140,74	120,86	121,84	122,28	129,12	112,53
	Diciembre	119,74	143,33	92,15	122,61	124,38	142,07	125,57	121,47	123,29	126,96	110,67
2021	Enero	123,03	147,45	101,25	124,12	126,36	146,06	134,64	122,77	125,48	128,42	116,75
	Febrero	126,19	150,38	110,39	125,68	128,63	148,47	147,35	124,51	127,50	131,29	122,84
	Marzo	129,23	156,22	116,51	127,29	131,18	154,84	153,63	126,26	130,19	133,53	126,78
	Abril	130,88	160,21	117,49	128,66	132,98	158,54	153,31	127,86	131,97	135,38	128,09
	Mayo	135,01	171,03	123,64	130,87	136,23	169,79	161,17	129,59	135,49	137,98	133,77
	Junio	136,76	165,66	131,04	132,50	136,95	165,25	168,30	130,84	136,44	138,17	137,58
	Julio	139,03	167,58	136,66	133,92	138,22	167,66	173,95	131,71	137,52	139,87	142,90
	Agosto	140,32	169,82	136,65	135,37	139,63	170,20	168,84	133,27	138,49	142,33	144,99
	Septiembre	142,14	171,45	141,31	136,45	140,81	172,19	172,25	134,20	140,03	142,65	147,54
	Octubre	146,17	174,44	155,05	138,00	142,86	175,64	185,17	135,48	142,54	143,61	155,46
	Noviembre (pr*)	149,85	180,16	162,16	140,31	145,30	181,47	188,17	137,35	144,86	146,33	162,61

Tabla 2 IPP Oferta Interna

Fuente: DANE

La tarifa de generación mensual a \$ de junio de 2020 = 0 + \$ 86.525 = \$ 86.525

Actualizando la tarifa a noviembre de 2021.

Fuente DANE: IPP (Oferta Interna) Junio 2020 =	122,59	
IPP (Oferta Interna) Actual	Mes-Año*	Valor IPP (Oferta Interna)
	nov-21	145,30
SISFV > 500 Wp	Tarifa Generación / Usuario	
	jun-20	nov-21
Valor mensual a facturar / usuario	\$ 86.525	\$ 102.554

Tabla 3 Tarifa mensual generación SISFV 800 Wp

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Componente de comercialización

La tarifa máxima a facturar mensualmente por el componente de comercialización para un SISFV de acuerdo a la normatividad transitoria es de \$ 23.181 por factura a \$ de junio de 2020 y se actualiza en base al IPC, calculado por el DANE, según se detalla en la siguiente tabla.

**Total, Índice de Precios al Consumidor (IPC)**

Índices - Serie de empalme  
2003 - 2021

Mes	Base Diciembre de 2018 = 100,00																			
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Enero	50,42	53,54	56,45	59,02	61,80	65,51	70,21	71,69	74,12	76,75	78,28	79,95	83,00	89,19	94,07	97,53	100,60	104,24	105,91	
Febrero	50,98	54,18	57,02	59,41	62,53	66,50	70,80	72,28	74,57	77,22	78,63	80,45	83,96	90,33	95,01	98,22	101,18	104,94	106,58	
Marzo	51,51	54,71	57,46	59,83	63,29	67,04	71,15	72,46	74,77	77,31	78,79	80,77	84,45	91,18	95,46	98,45	101,62	105,53	107,12	
Abril	52,10	54,96	57,72	60,09	63,85	67,51	71,38	72,79	74,86	77,42	78,99	81,14	84,90	91,63	95,91	98,91	102,12	105,70	107,76	
Mayo	52,36	55,17	57,95	60,29	64,05	68,14	71,39	72,87	75,07	77,66	79,21	81,53	85,12	92,10	96,12	99,16	102,44	105,36	108,84	
Junio	52,33	55,51	58,18	60,48	64,12	68,73	71,35	72,95	75,31	77,72	79,39	81,61	85,21	92,54	96,23	99,31	102,71	104,97	108,78	
Julio	52,26	55,49	58,21	60,73	64,23	69,06	71,32	72,92	75,42	77,70	79,43	81,73	85,37	93,02	96,18	99,18	102,94	104,97	109,14	
Agosto	52,42	55,51	58,21	60,96	64,14	69,19	71,35	73,00	75,39	77,73	79,50	81,90	85,78	92,73	96,32	99,30	103,03	104,96	109,62	
Septiembre	52,53	55,67	58,46	61,14	64,20	69,06	71,28	72,90	75,62	77,96	79,73	82,01	86,39	92,68	96,36	99,47	103,26	105,29	110,04	
Octubre	52,56	55,66	58,60	61,05	64,20	69,30	71,19	72,84	75,77	78,08	79,52	82,14	86,98	92,62	96,37	99,59	103,43	105,23	110,06	
Noviembre	52,75	55,82	58,66	61,19	64,51	69,49	71,14	72,98	75,87	77,98	79,35	82,25	87,51	92,73	96,55	99,70	103,54	105,08	110,60	
Diciembre	53,07	55,99	58,70	61,33	64,82	69,80	71,20	73,45	76,19	78,05	79,56	82,47	88,05	93,11	96,92	100,00	103,80	105,48		

Fuente: DANE.

Nota: La diferencia en la suma de las variables, obedece al sistema de aproximación y redondeo.

Actualizado el 4 de diciembre de 2021

**Tabla 4 IPC Histórico**  
Fuente: DANE

La tarifa de comercialización mensual a \$ de junio de 2020 = \$ 23.181

Actualizando la tarifa a noviembre de 2021.

<b>IPC Junio 2020 =</b>	<b>104,97</b>	
<b>IPC Actual</b>	<b>Mes-Año*</b>	<b>Valor IPC</b>
	nov-21	110,60
<b>SISFV &gt; 500 Wp</b>	<b>Tarifa Comercialización / Usuario</b>	
	<b>jun-20</b>	<b>nov-21</b>
<b>Valor mensual a facturar / usuario</b>	<b>\$ 23.181</b>	<b>\$ 24.424</b>

**Tabla 5 Tarifa mensual comercialización SISFV 800 Wp**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Factura total mensual

El valor máximo mensual a facturar en noviembre de 2021 a un usuario con SISFV 800 Wp se detalla en la siguiente tabla.

Componente Costo Unitario	Facturación Mensual / Usuario \$ nov-21
Generación	\$ 102.554
Comercialización	\$ 24.424
Tarifa máxima energía usuario con SSFVI	\$ 126.978
% Tarifa máxima a aplicar a usuario con SISFV	100%
Valor Tarifa energía a aplicar a usuario con SISFV	\$ 126.978

**Tabla 6 Factura total mensual SISFV 800 Wp**  
Fuente: Elaboración propia

De la anterior tabla se observa que con el fin de mantener los márgenes de utilidad del operador dentro de unos valores razonables, se debe cobrar la tarifa máxima establecida por la regulación. Por lo tanto, se aplica un 100% de la tarifa máxima permitida por la regulación.

La tarifa mensual a aplicar en noviembre del 2021 al usuario con SISFV de 800 Wp es de \$ 126.978.

### 3.4 Distribución de la facturación

La distribución de la facturación en noviembre de 2021 a un usuario con SISFV 800 Wp, de acuerdo a la resolución transitoria No. 40296 de 2020 del Ministerio de Minas y Energía donde se fijan los subsidios para SISFV, se detalla en la siguiente tabla.

Distribución Facturación Proyecto	%	Valor \$ nov-21	
		Mensual	Anual
Valor que asume el usuario	14,0%	\$ 17.777	\$ 213.324
Subsidio ZNI*	86,0%	\$ 109.201	\$ 1.310.412
Valor total servicio eléctrico	100%	\$ 126.978	\$ 1.523.736

**Tabla 7 Distribución facturación mensual y anual del SISFV 800 Wp**  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la anterior tabla, se concluye que un usuario con un SISFV de 800 Wp pagaría, en noviembre de 2021: \$ 17.777 / mes al operador mientras que el gobierno asumiría \$ 109.201 como subsidio para entregarle al operador, para un total de \$ 126.978 / mes / usuario, que recibiría el operador por prestar y garantizar el servicio del SISFV.

### 3.5 Capacidad de pago

En la siguiente tabla se analiza la capacidad de pago promedio de los usuarios beneficiarios del proyecto en base a lo manifestado en la encuesta socioeconómica a la pregunta donde contestan los gastos en que incurren al comprar los sustitutos energéticos que usan mensualmente para satisfacer sus necesidades energéticas.

SUSTITUTO ENERGÉTICO	COSTO MENSUAL POR USUARIO
Baterías	\$ 20.333
Alcohol	\$ -
Diésel	\$ -
Gasolina	\$ 245
Kerosene	\$ 1.440
Petróleo	\$ 478
Velas	\$ 2.582
Otro	\$ 136
<b>Total</b>	<b>\$ 25.214</b>

**Tabla 8 Gastos promedio por usuario en uso de sustitutos energéticos**  
Fuente: Elaboración propia

De la anterior tabla se observa que en promedio cada usuario beneficiario del proyecto gasta mensualmente \$ 25.214 en uso de sustitutos energéticos.

Esto demuestra que los usuarios del proyecto tienen la suficiente capacidad de pago para asumir el costo mensual de \$ 17.777, a noviembre de 2021, que les corresponde pagar inicialmente al operador del SISFV, al reemplazar los sustitutos energéticos que actualmente utilizan por el SISFV proyectado, y lograrán una economía mensual de \$ 7.437.

### 3.6 Ingreso anual

El ingreso anual en el año 1 de inicio de la prestación del servicio, recibido por el operador, de acuerdo a la distribución de la facturación calculada en la Tabla 7 para un usuario, multiplicado por el número de usuarios beneficiados con el proyecto (184 usuarios), arroja un valor total de \$ 280.367.424.

Este ingreso total en el año 1 se obtiene con la suma de los ingresos pagados por los usuarios más los subsidios aportados por la nación para ZNI más el préstamo que debe hacer el operador para suplir la demora inicial en el desembolso de los subsidios. La demora por parte del Minminas en el desembolso de los subsidios solo aplica para los primeros tres meses del primer año del flujo, porque a partir de ese período se empareja el recibo de los subsidios con respecto a lo facturado. Por lo tanto, el operador debe obtener un préstamo al inicio del año 1, por un valor de la cuarta

parte de los subsidios a recibir por la facturación en el año 1. Este valor del préstamo en el año 1 se debe restar a los ingresos por subsidio por la tarifa facturada en el año 1.

En la siguiente tabla se detalla los valores de los ingresos que se introducen en el flujo financiero calculado en la Tabla 25 del numeral 5.

No.	Concepto	Valor / Usuario	No. Usuarios	Valor Parcial
1	Valor facturado subsidios primer año	\$ 1.310.412	184	\$ 241.115.808
2	Valor facturado primer año por usuarios no subsidiados	\$ 1.523.736	0	\$ -
3	Valor mora entrega subsidios primer trimestre	\$ 327.603	184	\$ 60.278.952
4	Valor ingreso primer año por subsidios: (1 - 3)	\$ 982.809	184	\$ 180.836.856
5	Valor préstamo para suplir la mora en el pago de subsidios	\$ 327.603	184	\$ 60.278.952
6	Valor ingreso primer año por usuarios subsidiados	\$ 213.324	184	\$ 39.251.616
7	Valor ingreso primer año por usuarios no subsidiados	\$ 1.523.736	0	\$ -
8	Valor total ingresos año 1: (4 + 5 + 6 + 7)	\$ 1.523.736	184	\$ 280.367.424

**Tabla 9 Ingresos en el año 1**  
Fuente: Elaboración propia

De la anterior tabla se observa que se debe ingresar al flujo financiero calculado en la Tabla 25 en el año 1, los numerales 4, 5, 6 y 7 de la Tabla 9, correspondientes a los ingresos por subsidios, préstamo y pago de los usuarios en el primer año.

El valor del subsidio atrasado en el primer trimestre del año 1, se recupera en el último trimestre del año 10, el cual ingresa realmente en el primer trimestre del año 11. Pero como el flujo financiero solo se analiza hasta el año 10, el valor del subsidio recuperado al final del horizonte del estudio se calcula en base al valor del subsidio del primer trimestre del año 1, el cual se actualiza al año 10 con una tasa de inflación anual del 3% estimada por el Banco de La República, arrojando un valor de \$ 81.009.871, el cual se ingresa en el flujo financiero de la Tabla 25 en el año 10.

## 4 Cálculo de costos

A continuación se calculan los costos en que debe de incurrir la empresa operadora de los SISFV, para garantizar la prestación eficiente y oportuna del servicio de electricidad a los usuarios. Estos se calculan de acuerdo al tamaño de la empresa de servicios públicos y personal contratado para lo sostenibilidad del proyecto, según el número de usuarios a atender.

### 4.1 Costo de administración

Los costos de administración de la empresa operadora de los SISFV se compone de los costos de oficina y los costos de personal.

En la siguiente tabla se calculan los costos de insumos de aseo y cafetería de la oficina del operador.

COSTOS DE INSUMOS ASEO Y CAFETERÍA						
Descripción	Unidad	Valor unit	Puestos de trabajo	Cantidad Mensual por puesto de trabajo	Cantidad mensual	Valor Total
Café Bastilla 500 gr	Lb	\$ 9,000.00	3	0.4	1.2	\$ 10,800
Aromaticas en bolsa	Caja	\$ 3,000.00	3	1	3	\$ 9,000
Revolvedor plástico	bolsa	\$ 2,500.00	3	0.2	0.6	\$ 1,500
Toallas para cocina	rollo	\$ 9,000.00	3	0.2	0.6	\$ 5,400
Lavaplatos Axió 900	und	\$ 8,000.00	3	0.2	0.6	\$ 4,800
Servilleta Familia	bolsa	\$ 5,000.00	3	0.2	0.6	\$ 3,000
Bolsa basura cacera	bolsa	\$ 2,500.00	3	0.2	0.6	\$ 1,500
Bolsa basura industrial	bolsa	\$ 3,000.00	3	0.2	0.6	\$ 1,800
Jabón líquido 500 gr	und	\$ 8,000.00	3	0.5	1.5	\$ 12,000
Azúcar tubipack	bolsa	\$ 5,000.00	3	0.5	1.5	\$ 7,500
Esponjilla sabra suave	bolsa	\$ 4,000.00	3	0.2	0.6	\$ 2,400
Limpiador desinfect	und	\$ 9,000.00	3	0.2	0.6	\$ 5,400
Trapeadora	und	\$ 9,000.00	3	0.1	0.3	\$ 2,700
Escoba	und	\$ 9,000.00	3	0.1	0.3	\$ 2,700
Recogedor	und	\$ 10,000.00	3	0.1	0.3	\$ 3,000
Juego de pocillos	und	\$ 55,000.00	3	0.02	0.1	\$ 3,300
<b>Valor Mensual</b>						<b>\$ 76,800</b>
<b>Valor Anual</b>						<b>\$ 921,600</b>

Tabla 10 Costos de insumos de aseo y cafetería de la oficina del operador del SISFV del proyecto

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se calcula el costo anual de las pólizas requeridas para asegurar la infraestructura del SISFV y la prestación del servicio que el Ministerio de Minas y Energía le entrega al operador.

COSTOS DE PÓLIZAS								
DESCRIPCIÓN	Valor	Valor Anual						
Valor AOM (\$COP)	\$ 2.971.279.488	\$ 297.127.949						
Vigencia de la etapa (meses)	120							
Valor Etapa de construcción (CAPEX)	\$ 3.534.150.151							
GARANTÍA	Valor asegurado	Valor del contrato	Plazo (meses)	Tasa	Prima	Gastos	Prima estimada con IVA	Valor anual
Cumplimiento	\$ 891.383.846	30%	120	0,15%	\$ 13.370.758	\$ 10.000	\$ 15.921.202	\$ 1.592.120
Salarios y prestaciones sociales	\$ 594.255.898	20%	120	0,15%	\$ 8.913.838	\$ 10.000	\$ 10.617.468	\$ 1.061.747
Calidad del mantenimiento	\$ 1.301.085.928	20%	60	0,15%	\$ 9.758.144	\$ 10.000	\$ 11.622.192	\$ 1.162.219
Responsabilidad civil extracontractual	\$ 1.188.511.795	40%	120	0,21%	\$ 24.958.748	\$ 10.000	\$ 29.710.910	\$ 2.971.091
Todo Riesgo Materiales	\$ 3.534.150.151	100%	120	0,40%	\$ 141.366.006		\$ 168.225.547	\$ 16.822.555

Tabla 11 Costos de pólizas del operador del SISFV del proyecto

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se calculan los costos de oficina del operador.

CÁLCULO DE COSTOS OFICINA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>Costos Administrativos</b>	
Arrendamiento	\$ 7.000.000
Servicios públicos (energía, agua, internet y otros)	\$ 3.000.000
Celulares	\$ 1.700.000
Adecuación de instalaciones	\$ 350.000
Desplazamientos y viáticos	\$ 3.900.000
Licenciamiento de software	\$ 1.250.000
Papelería, fotocopias y otros de oficina	\$ 500.000
Elementos de aseo y cafetería	\$ 921.600
Soporte técnico medición prepago	\$ 2.900.000
Personal no facturable	\$ 2.000.000
Equipo de oficina	\$ 1.000.000
Seguridad industrial y ocupacional	\$ 2.500.000
<b>Costos Financieros y Pólizas</b>	
Poliza de Calidad del mantenimiento	\$ 1.162.219
Póliza única de Cumplimiento	\$ 1.592.120
Póliza Salarios y prestaciones Sociales	\$ 1.061.747
Responsabilidad civil	\$ 2.971.091
Seguro contra todo riesgo	\$ 16.822.555
Financieros (4xmil, chequeras, otros)	\$ 1.188.512
Retefuente	\$ 11.885.118
Contraloría	\$ 623.969
Superservicios	\$ 2.377.024
Industria y comercio	\$ 2.971.279
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 69.677.233</b>
Riesgo de cartera	\$ 4.710.194
Imprevistos	\$ 5.942.625
<b>Valor total</b>	<b>\$ 80.330.052</b>

Tabla 12 Costos de oficina del operador del SISFV del proyecto

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se calculan los costos de personal del operador.

COSTOS DE PERSONAL						
Descripción	% de Dedicación	Salario	Factor Prestacional	Auxilio de Transporte	Costo Mensual	Costo Anual
Gerente o director de área	18%	\$ 3.231.298	0,66		\$ 965.512	\$ 11.586.144
Ingeniero Electricista (Administrador)	0%	\$ 2.632.125	0,66		\$ -	\$ -
Profesional SGSST	0%	\$ 1.395.174	0,66	\$ 106.454	\$ -	\$ -
Apropiación Social (Profesional)	50%	\$ 1.689.108	0,66	\$ 106.454	\$ 1.490.316	\$ 17.883.792
Asistente o Coordinador de logística	100%	\$ 1.542.396	0,66	\$ 106.454	\$ 2.737.091	\$ 32.845.092
					<b>\$ 5.192.919</b>	<b>\$ 62.315.028</b>

**Tabla 13. Costos de personal del operador del SISFV del proyecto**  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detalla el factor prestacional del personal de oficina del operador.

FACTOR PRESTACIONAL EMPRESAS DE CONSULTORIA			
ITEM	CONCEPTO		PORCENTAJE
1.	<b>Salarios y Prestaciones Sociales de Personal Facturable</b>		
1.1.	Salarios		<b>100,00%</b>
1.2.	Prima anual (legal)	100,00% ÷ 12 =	8,33%
1.3.	Cesantía	100,00% ÷ 12 =	8,33%
1.4.	Intereses de cesantía		1,00%
1.5.	Vacaciones		4,17%
1.6.	Seguridad Social (salud + pensión)		20,50%
1.7.	Caja de Compensación Familiar		4,00%
1.8.	Riesgos Profesionales		6,96%
1.9.	Parafiscales		5,00%
1.10.	Seguro		0,71%
1.11.	Otros (Auxilios varios, prestaciones extralegales, Incapacidades no cubiertas)		2,00%
1.12.	Dotación		5,00%
	<b>Sub-total</b>		<b>66%</b>

**Tabla 14. Factor prestacional del personal de oficina**  
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se resumen los cálculos obtenidos en las anteriores tablas del costo de administración por usuario.

Costos de Administración	
Descripción	Valor Anual
Costos de personal	\$ 62.315.028
Costos Oficina	\$ 80.330.052
<b>Costos de Administración</b>	<b>\$ 142.645.080</b>
<b>Costos de Administración por Usuario</b>	<b>\$ 775.245</b>

**Tabla 15. Costo de administración del operador del SISFV del proyecto**  
Fuente: Elaboración propia

El costo de administración anual por usuario arroja un valor de \$ 775.245.

El costo de administración anual en el año 1 de inicio de la prestación del servicio para un usuario, multiplicado por el número de usuarios beneficiados con el proyecto (184 usuarios), arroja un valor total de \$ 142.645.080. Este valor del costo de administración anual obtenido para el año 1 de inicio del proyecto, se introduce en el flujo financiero calculado en la Tabla 25 del numeral 5.

## 4.2 Costo de operación

El SISFV es totalmente autónomo, por lo tanto no requiere ningún costo de operación.

## 4.3 Costo de mantenimiento

El mantenimiento a realizar a los SISFV es de tipo preventivo y correctivo.

### 4.3.1 Costo de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consta de limpieza de paneles, revisión de batería, controlador e inversor, y ajuste de terminales. Este mantenimiento se debe realizar dos (2) veces al año.

Para realizar el cálculo del costo del mantenimiento preventivo se tiene en cuenta que el año tiene 246 días hábiles en promedio y si se restan 20 días improductivos por invierno y problemas de orden público, arroja 226 días hábiles al año. En las siguientes tablas se realizan los cálculos del costo de un técnico electricista y el costo del mantenimiento preventivo.

Personal Mantenimiento	Costos Mensuales *								Costo Anual
	Mano de Obra	Viáticos	Transporte	Herramientas	Seguridad y Salud en el trabajo	Prestaciones	Otros	Total	
Técnico Electricista	\$ 1.288.934	\$ 1.100.000	\$ 550.000	\$ 25.300	\$ 13.250	\$ 850.696	\$ 12.000	\$ 3.840.180	\$ 46.082.165

**Tabla 16. Costo anual de un técnico electricista**  
Fuente: Elaboración propia

Preventivo	Nº Visitas al año / Usuario	Nº Usuarios	Total Visitas	Nº Visitas / Técnico al año	Costo Anual / Técnico	% Dedicación Técnico al año	Costo Total Anual	Costo Anual / Usuario
Limpieza de paneles, revisión de baterías, controladores e inversores, y ajuste de terminales	2	184	368	904	\$ 46.082.165	40,71%	\$ 18.759.112	\$ 101.952

**Tabla 17. Costo mantenimiento preventivo**  
**Fuente: Elaboración propia**

En la Tabla 16 se calcula el costo anual de un técnico electricista incluyendo viáticos, transporte, herramienta, dotación y prestaciones, de acuerdo al salario obtenido del portal del empleo “CompuTrabajo”, [www.computrabajo.com.co](http://www.computrabajo.com.co)

En la Tabla 17 se calcula el costo del mantenimiento preventivo por usuario, de acuerdo a las dos visitas que debe hacer el técnico al año por usuario. Además el técnico puede realizar en promedio cuatro visitas diarias, lo que arroja un total de 904 visitas al año. Para atender los 184 usuarios se deben realizar 368 visitas al año, lo cual arroja una dedicación del 40,71% de un técnico al año, o sea, se requiere un (1) técnico para efectuar el mantenimiento preventivo anual, el 40,71% del tiempo anual.

El costo del mantenimiento preventivo anual por usuario arroja un valor de \$ 101.952.

#### 4.3.2 Costo de mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza cuando algún SISFV falla. Se requiere de un técnico con disponibilidad para realizar los mantenimientos correctivos de tal forma que se pueda atender inmediatamente en caso de que se presente una falla. Por tratarse de un servicio público debe garantizarse la atención en el menor tiempo posible.

En las siguientes tablas se realizan los cálculos del costo del mantenimiento correctivo de un SISFV de acuerdo a los costos directos de los equipos y a las tasas de falla anual de estos, y del costo del mantenimiento correctivo por usuario.

Elementos	Capacidad según diseño	No. De Elementos	Costo directo total
Modulo Solar [W]	400	2	\$ 594.902
Batería [Ah]	120	1	\$ 3.648.508
Controlador [A]	40	1	\$ 645.549
Inversor [W]	1.000	1	\$ 985.894
Otros materiales (Tableros, protecciones, cables, conectores, mástil, puesta a tierra, etc.)	-	1	\$ 3.673.576

Tabla 18. Costo directo equipos del SISFV

Fuente: Elaboración propia

Elementos	Tasa de Falla Anual*	Costo directo total	Costo Mantenimiento Correctivo
Modulo Solar [W]	0,25%	\$ 1.189.804	\$ 2.975
Batería [Ah]	1,50%	\$ 3.648.508	\$ 54.728
Controlador [A]	2,50%	\$ 645.549	\$ 16.139
Inversor [W]	5,00%	\$ 985.894	\$ 49.295
Otros materiales (Tableros, protecciones, cables, conectores, mástil, puesta a tierra, etc.)	1,20%	\$ 3.673.576	\$ 44.083
<b>Costo Total Anual de materiales para Mantenimiento Correctivo SISFV</b>			<b>\$ 167.218</b>

Tabla 19. Tasa de falla anual de los equipos y su respectivo costo de reposición para un SISFV

Fuente: Elaboración propia

Personal Mantenimiento	Costos Mensuales *								% Dedicación Técnico al año	Costo Anual	Costo anual mano de obra mantenimiento correctivo por usuario
	Mano de Obra	Viáticos	Transporte	Herramientas	Seguridad y Salud en el trabajo	Prestaciones	Otros	Total			
Técnico Electricista	\$ 1.288.934	\$ 1.100.000	\$ 550.000	\$ 25.300	\$ 13.250	\$ 850.696	\$ 12.000	\$ 3.840.180	17,70%	\$ 8.156.135	\$ 44.327
Costo Total Anual Mantenimiento Correctivo SISFV			\$ 211.545								

Tabla 20. Costo anual de la mano de obra y total para el mantenimiento correctivo por usuario

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18 se detalla el costo directo por cada elemento que compone el SISFV, obtenidos del estudio de mercado y el presupuesto del proyecto.

En la Tabla 19 se detallan las tasas de falla anual promedio de cada uno de los elementos que compone el SISFV, de acuerdo al documento elaborado para el IPSE por el Ing. Julián Guerrero para el proyecto de SISFV para el Municipio de Arenal, Departamento de Bolívar en Agosto / 2020, el cual está basado en la información obtenida de los fabricantes y en la siguiente bibliografía: “Gallardo-Saavedra, S., Hernández-Callejo, L., & Duque-Pérez, O. (2019). Quantitative failure rates and modes analysis in photovoltaic plants. *Energy*, 183, 825-836”. Estas tasas de falla al multiplicarlas por el costo y el número de elementos que componen el SISFV, arroja el costo de reposición de cada elemento dañado con respecto a un SISFV.

En la Tabla 20 se realiza el cálculo del costo del mantenimiento correctivo por usuario, teniendo en cuenta que por la dispersión de los usuarios, se estima que un técnico puede tomar dos (2) días para reparar un sistema. De acuerdo a las tasas de falla, se estima que 20 sistemas de los 184 fallarán al año. Por lo tanto, se requiere 40 días de trabajo de un técnico para repararlos en los 226 días productivos al año, o sea se requiere un técnico con una dedicación del 17,7% del tiempo anual, arrojando un costo por la mano de obra para el mantenimiento correctivo anual por usuario de \$ 44.327.

Sumando los costos de reposición de los elementos dañados y la mano de obra, arroja un costo total de mantenimiento correctivo anual por usuario de \$ 211.545.

#### 4.3.3 Costo total de mantenimiento

En la siguiente tabla se detalla el resumen del costo anual de mantenimiento.

Tipo de Mantemiento	Costo Anual / Usuario
Mantenimiento Preventivo SISFV	\$ 101.952
Mantenimiento Correctivo SISFV	\$ 211.545
<b>Costo Total Anual Mantenimiento</b>	<b>\$ 313.497</b>

**Tabla 21. Resumen costo anual del mantenimiento**

**Fuente: Elaboración propia**

El costo del mantenimiento anual por usuario arroja un valor de \$ 313.497.

El costo de mantenimiento anual en el año 1 de inicio de la prestación del servicio para un usuario, multiplicado por el número de usuarios beneficiados con el proyecto (184 usuarios), arroja un valor total de \$ 57.683.448. Este valor del costo de mantenimiento anual obtenido para el año 1 de inicio del proyecto, se introduce en el flujo financiero calculado en la Tabla 25 del numeral 5.

#### 4.4 Costo de comercialización

En la siguiente tabla se detalla el el costo anual de comercialización, el cual contempla la lectura de los medidores, venta de pines e ingreso de información al SUI, y en general todas las actividades concernientes a la comercialización de la energía por parte del operador.

Componente	Costo Anual
Comercialización (lectura, venta de pines, ingreso de información al SUI)	\$ 48.535.336
No. Usuarios	184
<b>Costo anual comercialización por usuario</b>	<b>\$ 263.779</b>

**Tabla 22. Costo de comercialización**

**Fuente: Elaboración propia**

En la anterior tabla se detalla el costo de comercialización de la energía por parte del operador, el cual se estima en un 90% del ingreso máximo por comercialización permitido por la regulación tarifaria.

El costo de comercialización anual en el año 1 de inicio de la prestación del servicio para un usuario, multiplicado por el número de usuarios beneficiados con el proyecto (184 usuarios), arroja un valor total de \$ 48.535.336. Este valor del costo de comercialización anual obtenido para el año 1 de inicio del proyecto, se introduce en el flujo financiero calculado en la Tabla 25 del numeral 5.

#### 4.5 Costo de financiación

La demora en el desembolso de subsidios solo aplica para los primeros tres meses del primer año del flujo financiero, porque a partir de ese período se empareja el recibo de los subsidios con respecto a lo facturado. Por lo tanto, el operador debe financiarse los primeros tres (3) meses para poder operar adecuadamente, mediante un empréstito por un período de 4 años, pagadero en cuatro (4) cuotas anuales iguales, con una tasa de interés establecida por la Superintendencia Financiera de Colombia, expedida por la Resolución 1259 del 29 de octubre de 2021, mediante la cual establece un interés bancario corriente del 17,27 % efectivo anual para los créditos ordinarios y de consumo durante el período comprendido entre el 1 y el 30 de noviembre de 2021.

En la siguiente tabla se calcula el costo de la financiación por demora en el desembolso de subsidios.

Valor ingresos primer año por subsidios	\$ 241.115.808			
Valor mora entrega subsidios primer trimestre	\$ 60.278.952			
Tasa de interés financiación anual	17,27%			
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
Abono Capital del préstamo	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738
Saldo Capital del préstamo	\$ 60.278.952	\$ 45.209.214	\$ 30.139.476	\$ 15.069.738
Intereses financiación por demora en el desembolso de subsidios en el año 1	\$ 10.410.175	\$ 7.807.631	\$ 5.205.088	\$ 2.602.544

**Tabla 23 Costo de financiación por demora en el desembolso de subsidios en el año 1.**

Fuente: Elaboración propia

La anterior tabla arroja que el costo de financiación por demora en el desembolso de subsidios se calcula en base a la cuarta parte de los subsidios que no recibiría el operador en el primer año, teniendo que recurrir el operador a un empréstito por esa cuarta parte para poder sufragar sus gastos administrativos y operativos al iniciar, cancelando el capital y los intereses de dicha financiación en los primeros cuatro (4) años. Por lo tanto, los valores de abono a capital y pago de intereses de financiación, calculados en la anterior tabla, se introducen en el flujo financiero calculado en la Tabla 25, entre los años 1 a 4.

#### 4.6 Costo de disposición de baterías

En la siguiente tabla se calcula el costo de disposición de baterías al año 10 cuando han cumplido su vida útil.

Valor costo directo ítem 1.5 presupuesto: equipo y herramienta, transporte y mano de obra baterías	\$ 23.833.520
No. años	10
Tasa inflación anual estimada (Banrepública)	3%
Costo de disposición de baterías año 10	\$ 32.030.258

**Tabla 24 Costo de disposición de baterías**

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el costo de disposición de baterías en la anterior tabla, se utiliza el valor del costo directo calculado en el ítem 1.5 del presupuesto del proyecto, correspondiente a los valores de equipo y herramienta, transporte y mano de obra de la instalación de las baterías, actualizando este valor al año 10 a una tasa de inflación anual del 3%, estimada por el Banco de la República.

La anterior tabla arroja que el costo de disposición de baterías es de \$ 32.030.258, y dicho valor se lleva al año 10 del flujo financiero calculado en la Tabla 25 del numeral 5.

## 5 Flujo financiero

En la siguiente tabla se calcula el flujo financiero del proyecto en un horizonte de diez (10) años con una tasa de descuento del 12%, introduciendo los ingresos anuales en el año 1 del proyecto calculados en el numeral 3 y los costos anuales en el año 1 del proyecto calculados en el numeral 4, incrementados cada año hasta el año 10 con una tasa de inflación anual del 3% estimada por el Banco de La República.

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESO POR USUARIO SUBSIDIADO		\$ 213.324	\$ 219.724	\$ 226.316	\$ 233.105	\$ 240.098	\$ 247.301	\$ 254.720	\$ 262.362	\$ 270.233	\$ 278.340
INGRESO POR USUARIO NO SUBSIDIADO		\$ 1.523.736	\$ 1.569.448	\$ 1.616.532	\$ 1.665.027	\$ 1.714.978	\$ 1.766.427	\$ 1.819.420	\$ 1.874.003	\$ 1.930.223	\$ 1.988.130
INGRESO TOTAL FACTURACIÓN USUARIOS		\$ 39.251.616	\$ 40.429.216	\$ 41.642.144	\$ 42.891.320	\$ 44.178.032	\$ 45.503.384	\$ 46.868.480	\$ 48.274.608	\$ 49.722.872	\$ 51.214.560
INGRESO SUBSIDIO POR USUARIO		\$ 982.809	\$ 1.349.724	\$ 1.390.216	\$ 1.431.922	\$ 1.474.880	\$ 1.519.126	\$ 1.564.700	\$ 1.611.641	\$ 1.659.990	\$ 1.709.790
INGRESO TOTAL SUBSIDIO ZNI		\$ 180.836.856	\$ 248.349.216	\$ 255.799.744	\$ 263.473.648	\$ 271.377.920	\$ 279.519.184	\$ 287.904.800	\$ 296.541.944	\$ 305.438.160	\$ 314.601.360
PRÉSTAMO PARA LA FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLSO DE SUBSIDIOS		\$ 60.278.952									
INGRESO SUBSIDIO ÚLTIMO TRIMESTRE											\$ 81.009.871
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>\$ 280.367.424</b>	<b>\$ 288.778.432</b>	<b>\$ 297.441.888</b>	<b>\$ 306.364.968</b>	<b>\$ 315.555.952</b>	<b>\$ 325.022.568</b>	<b>\$ 334.773.280</b>	<b>\$ 344.816.552</b>	<b>\$ 355.161.032</b>	<b>\$ 446.825.791</b>
COSTO ADMINISTRACIÓN POR USUARIO		\$ 775.245	\$ 798.502	\$ 822.457	\$ 847.131	\$ 872.545	\$ 898.721	\$ 925.683	\$ 953.453	\$ 982.057	\$ 1.011.519
COSTO TOTAL DE ADMINISTRACIÓN		\$ 142.645.080	\$ 146.924.368	\$ 151.332.088	\$ 155.872.104	\$ 160.548.280	\$ 165.364.664	\$ 170.325.672	\$ 175.435.352	\$ 180.698.488	\$ 186.119.496
COSTO COMERCIALIZACIÓN POR USUARIO		\$ 263.779	\$ 271.692	\$ 279.843	\$ 288.238	\$ 296.885	\$ 305.792	\$ 314.966	\$ 324.415	\$ 334.147	\$ 344.171
COSTO TOTAL DE COMERCIALIZACIÓN		\$ 48.535.336	\$ 49.991.328	\$ 51.491.112	\$ 53.035.792	\$ 54.626.840	\$ 56.265.728	\$ 57.953.744	\$ 59.692.360	\$ 61.483.048	\$ 63.327.464
COSTO MANTENIMIENTO POR USUARIO		\$ 313.497	\$ 322.902	\$ 332.589	\$ 342.567	\$ 352.844	\$ 363.429	\$ 374.332	\$ 385.562	\$ 397.129	\$ 409.043
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO		\$ 57.683.448	\$ 59.413.968	\$ 61.196.376	\$ 63.032.328	\$ 64.923.296	\$ 66.870.936	\$ 68.877.088	\$ 70.943.408	\$ 73.071.736	\$ 75.263.912
ABONO PRÉSTAMO DE FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLSO DE SUBSIDIOS		\$ 15.069.738	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738						
INTERESES PRÉSTAMO DE FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLSO DE SUBSIDIOS		\$ 10.410.175	\$ 7.807.631	\$ 5.205.088	\$ 2.602.544						
COSTO DE DISPOSICIÓN DE BATERÍAS											\$ 32.030.258
COSTO DE REPOSICIÓN											
<b>TOTAL COSTOS</b>		<b>\$ 274.343.777</b>	<b>\$ 279.207.033</b>	<b>\$ 284.294.402</b>	<b>\$ 289.612.506</b>	<b>\$ 280.098.416</b>	<b>\$ 288.501.328</b>	<b>\$ 297.156.504</b>	<b>\$ 306.071.120</b>	<b>\$ 315.253.272</b>	<b>\$ 356.741.130</b>
INVERSIÓN *	-\$ 3.534.150.151										
UTILIDAD TOTAL	-\$ 3.534.150.151	\$ 6.023.647	\$ 9.571.399	\$ 13.147.486	\$ 16.752.462	\$ 35.457.536	\$ 36.521.240	\$ 37.616.776	\$ 38.745.432	\$ 39.907.760	\$ 90.084.661
IMPUESTO DE RENTA (30%)		\$ 1.807.094	\$ 2.871.420	\$ 3.944.246	\$ 5.025.739	\$ 10.637.261	\$ 10.956.372	\$ 11.285.033	\$ 11.623.630	\$ 11.972.328	\$ 27.025.398
UTILIDAD NETA	-\$ 3.534.150.151	\$ 4.216.553	\$ 6.699.979	\$ 9.203.240	\$ 11.726.723	\$ 24.820.275	\$ 25.564.868	\$ 26.331.743	\$ 27.121.802	\$ 27.935.432	\$ 63.059.263
% UTILIDAD NETA		1,50%	2,32%	3,09%	3,83%	7,87%	7,87%	7,87%	7,87%	7,87%	14,11%
Tasa de costo de oportunidad =	WACC	12%									
Valor presente neto sin inversión =	VPN	\$ 103.387.215									
Valor presente neto con inversión. =	VPN	(\$ 3.430.762.936)									

**Tabla 25. Flujo financiero proyecto SISFV**  
 Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se observa que el proyecto no es viable financieramente para un inversionista que desee construir los SISFV, pues con los ingresos obtenidos de acuerdo a las tarifas regulatorias vigentes, no es posible recuperar la inversión en un horizonte de diez (10) años. Pero si la inversión es realizada por el estado, se observa que con las tarifas se puede garantizar la sostenibilidad del servicio por parte del operador de los SISFV, ya que se obtiene un valor presente neto positivo entre los ingresos y los costos por \$ 103.387.215 durante los diez (10) años de operación a una tasa de descuento del 12%, con unos márgenes de utilidad anuales aceptables del 1,5% para el año 1, del 2,32% para el año 2, del 3,09% para el año 3, del 3,83% para el año 4, del 7,87% para los años 5 al 9, y del 14,11% para el año 10.

## 6 Análisis socio - económico

En las siguientes tablas se hace el análisis socio - económico del proyecto en un horizonte de diez (10) años de acuerdo a la metodología de la Guía MGA del DNP, considerando otros beneficios y costos del proyecto aparte de solo los financieros, de tal forma que se pueda justificar positivamente la inversión a realizar en el proyecto por parte del estado. O sea los valores de ingresos y costos contemplados en el flujo financiero detallado en la Tabla 25 se ajustan a los valores detallados en la siguiente tabla con respecto a la Razón Precio – Cuenta “RPC” establecida en la Guía MGA del DNP.

### 6.1 Costos del proyecto

Los costos de inversión para la implementación del proyecto se desagregan en las actividades detalladas en las siguientes tablas.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Parcial	Valor con AIU	92%	5%	3%	
							Compra y Fab.	Emb. y Transp.	Tram. Impor.	
1	Módulo solar fotovoltaico monocristalino de 400 Wp incluye caja de conexión IP67 con diodos de paso	UN	368	\$ 594.902	\$ 218.923.936	\$ 265.322.609	\$ 244.096.800	\$ 13.266.131	\$ 7.959.678	
2	Batería de ión - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 120 Ah - 24 Vdc - 3650 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado	UN	184	\$ 3.676.688	\$ 676.510.592	\$ 819.890.042	\$ 754.298.839	\$ 40.994.502	\$ 24.596.701	
3	Regulador de carga MPPT de 24 VDC - 40 Amp. con display LCD, para batería de Ión - Litio	UN	184	\$ 645.549	\$ 118.781.016	\$ 143.955.429	\$ 132.438.995	\$ 7.197.771	\$ 4.318.663	
4	Inversor "off-grid" de 1000 W, 24 VDC - 120 VAC, 60 Hz, onda senoidal pura con display LCD	UN	184	\$ 985.894	\$ 181.404.496	\$ 219.851.310	\$ 202.263.205	\$ 10.992.566	\$ 6.595.539	
<b>Total</b>						<b>\$ 1.195.620.040</b>	<b>\$ 1.449.019.390</b>	<b>\$ 1.333.097.839</b>	<b>\$ 72.450.970</b>	<b>\$ 43.470.581</b>

**Tabla 26. Costo de importación de los equipos del SISFV**

Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se detallan los equipos que se requieren fabricar en el exterior, cuyo valor unitario detallado en el presupuesto contempla el costo nacionalizado. El 92% de dicho costo corresponde al valor de fabricación de los equipos, el 5% corresponde a los costos de embarque, transporte y seguro marítimo, y el 3% restante corresponde a los costos de los trámites de importación y nacionalización.

Actividad	Descripción	Materiales	Maquinaria y Equipo	Transporte	Mano de Obra		Importación, Interv. y Capac.	Total
					Calificada	No Calificada		
1	Compra y fabricación en el exterior de los equipos de los sistemas solares fotovoltaicos	\$ 1.333.097.839						\$ 1.333.097.839
2	Embarque y transporte marítimo de los equipos de los sistemas solares fotovoltaicos a puerto de Colombia			\$ 72.450.970				\$ 72.450.970
3	Trámites de importación, legalización y nacionalización de los equipos de los sistemas solares fotovoltaicos						\$ 43.470.581	\$ 43.470.581
4	Replanteo de obra	\$ -	\$ 310.635	\$ 1.559.194	\$ 1.632.560			\$ 3.502.389
5	Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos 800Wp (2 paneles de 400 Wp cada uno) con las siguientes características: η=18,8%; +3% condiciones STC. Garantía de producción a 12 años del 90% y del 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205. Certificación de Conformidad de Producto Internacional incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete	\$ 43.804.844	\$ 2.698.263	\$ 8.589.841	\$ 12.243.839	\$ 8.931.947		\$ 76.268.734
6	Suministro e instalación de estructura de soporte de paneles. Incluye poste reforzado en fibra de vidrio de 4 m x 510 Kgf., altura libre de 3 m, incluye base en ángulo y cimentación en concreto con resistencia mínima de 21MPa	\$ 229.876.805	\$ 18.120.282	\$ 34.633.649	\$ 40.641.270	\$ 29.648.024		\$ 352.920.030
7	Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 40A/12/24V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4	\$ -	\$ 1.349.131	\$ 858.984	\$ 6.121.920	\$ 4.465.973		\$ 12.796.008
8	Suministro e instalación de batería de ión - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 120 Ah - 25,6 VDC - 3.650 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado	\$ -	\$ 2.698.263	\$ 5.010.740	\$ 12.243.839	\$ 8.931.947		\$ 28.884.789
9	Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 1000 W, 24 VDC input - 120 VAC output, f=60 Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga	\$ -	\$ 1.798.916	\$ 1.717.968	\$ 8.162.603	\$ 5.954.662		\$ 17.634.149
10	Suministro e instalación de gabinete en lámina galvanizada, accesorios, conexionado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior	\$ 369.736.003	\$ 5.396.524	\$ 10.021.481	\$ 24.487.809	\$ 17.863.987		\$ 427.505.804
11	Suministro e instalación de medidor prepago monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado	\$ 62.175.328	\$ 1.079.305	\$ 143.164	\$ 4.897.536	\$ 3.572.778		\$ 71.868.111
12	Suministro e instalación de sistema de gestión de recaudo, incluye equipos de comunicación "on-line y off-line" para medición prepago	\$ 20.351.589	\$ 215.861	\$ 143.164	\$ 979.404	\$ 714.480		\$ 22.404.498
13	Suministro e instalación de sistema de puesta a tierra con varilla de cobre 2,4m x 5/8", bajante en cable de cobre desnudo temple duro No. 4 AWG, con terminales en cobre y tratamiento de suelo	\$ 103.566.229	\$ 5.922.798	\$ 5.726.561	\$ 12.243.839	\$ 8.931.947		\$ 136.391.374
14	Instalaciones Internas que incluyan cuatro salidas de alumbrado y tres tomacorrientes. Se considera implementación de hasta 20 metros de tubería EMT de 3/4" y hasta 80 mts de cable de cobre aislado THHN No. 12 AWG	\$ 103.128.263	\$ 5.396.524	\$ 7.158.201	\$ 24.487.809	\$ 17.863.987		\$ 158.034.784
15	Interventoría integral						\$ 289.639.118	\$ 289.639.118
16	Gerencia de proyecto						\$ 177.757.770	\$ 177.757.770
17	Fiducia						\$ 45.473.629	\$ 45.473.629
18	Rubro contingente						\$ 227.505.549	\$ 227.505.549
19	Capacitación y asistencia técnica						\$ 4.297.756	\$ 4.297.756
20	Póliza contribuyente						\$ 32.246.269	\$ 32.246.269
	<b>Total</b>	<b>\$ 2.265.736.900</b>	<b>\$ 44.986.502</b>	<b>\$ 148.013.917</b>	<b>\$ 148.142.428</b>	<b>\$ 106.879.732</b>	<b>\$ 820.390.672</b>	<b>\$ 3.534.150.151</b>

**Tabla 27. Costos desagregados de inversión del proyecto con SISFV**  
Fuente: Elaboración propia

En la anterior tabla se desagregan las actividades requeridas para implementar el proyecto, de tal forma que se pueda realizar un seguimiento a su oportuna construcción, ya que se requiere mandar a fabricar los equipos en el exterior. Además se desagrega la mano de obra en calificada y no calificada rural, con el fin de generar empleo en las zonas donde se va a ejecutar el proyecto. De acuerdo a los análisis de precios unitarios, el 57,82% de la mano de obra es calificada y el 42,18% restante es no calificada.

Los valores de los costos de inversión, administración, comercialización y mantenimiento del proyecto se ajustan a los valores detallados en la siguiente tabla con respecto a la Razón Precio – Cuenta “RPC” establecida en la Guía MGA del DNP.

<b>COSTOS</b>			
<b>RPC COSTOS DE INVERSIÓN</b>			
<b>ÍTEM</b>	<b>INVERSIÓN</b>	<b>RPC</b>	<b>COSTO A PRECIO DE CUENTA</b>
Material	\$ 2.265.736.900	0,79	\$ 1.789.932.151
Equipo y herramienta	\$ 44.986.502	0,77	\$ 34.639.607
Transporte	\$ 148.013.917	0,8	\$ 118.411.134
Mano de Obra Calificada	\$ 148.142.428	1	\$ 148.142.428
Mano de Obra No Calificada	\$ 106.879.732	0,6	\$ 64.127.839
Trámites Importación	\$ 43.470.581	1	\$ 43.470.581
Interventoría	\$ 289.639.118	1	\$ 289.639.118
Gerencia de proyecto	\$ 177.757.770	1	
Fiducia	\$ 45.473.629	0,8	
Rubro contingente	\$ 227.505.549	1	
Capacitación	\$ 4.297.756	0,8	\$ 3.438.205
Póliza contribuyente	\$ 32.246.269	0,8	\$ 25.797.015
	<b>\$ 3.534.150.151</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.491.801.062</b>
<b>RPC ACMFD</b>			
<b>ÍTEM</b>	<b>RPC</b>	<b>TIPO</b>	<b>CONCEPTO</b>
Administración	1	INSUMO	Mano de obra calificada
Comercialización	0,8	INSUMO	Servicios de venta y de distribución
Mantenimiento	0,71	INSUMO	Mantenimiento maquinaria y equipo
Abono préstamo	0,8	INSUMO	Servicios financieros y conexos
Intereses de financiación	0,8	INSUMO	Servicios financieros y conexos
Disposición de baterías	1	INSUMO	Mano de obra calificada
Reposición	0,79	NA	NA

**Tabla 28. Razón Precio - Cuenta “RPC” de los costos de inversión y AOM**  
Fuente: Guía MGA del DNP y elaboración propia

## 6.2 Beneficios del proyecto

En la siguiente tabla se detallan los beneficios obtenidos en la ejecución del proyecto con respecto a la Razón Precio – Cuenta “RPC” establecido en la Guía MGA del DNP, considerando los beneficios por venta de energía eléctrica, generación de empleo, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, reducción de consumo de sustitutos energéticos, incremento nutricional y valor de salvamento.

BENEFICIOS			
RPC BENEFICIOS			
ÍTEM	RPC	TIPO	CONCEPTO
Venta de energía eléctrica	0,79	BIENES	Energía eléctrica servicios
Préstamo	0,8	INSUMOS	Otros
Ingreso subsidio último trimestre	0,79	BIENES	Energía eléctrica servicios
Generación de empleo	1	INSUMOS	Mano de obra calificada
	1	INSUMOS	Mano de obra no calificada rural
Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>	0,8	BIENES	Otro
Reducción de consumo de sustitutos energéticos	0,79	BIENES	Insumos varios
Incremento nutricional	0,8	INSUMOS	Otro
Valor de salvamento	0,79	DEPRECIACIÓN	Equipo y accesorios de generación, transmisión, distribución, producción, conducción, tratamiento, etc.
GENERACIÓN DE EMPLEO			
*Este ítem contempla la generación de empleo durante la ejecución de la obra, así como por la administración y mantenimiento de la misma			
ÍTEM	BENEFICIO	RPC	BENEFICIO / USUARIO SIN RPC
Mano de obra calificada durante la Implementación	\$ 148.142.428	1	\$ 805.122
Mano de obra no calificada rural durante la Implementación	\$ 106.879.732	1	\$ 580.868
Mano de obra Administración	\$ 62.315.028	1	\$ 338.669
Mano de obra Mantenimiento preventivo	\$ 6.296.386	1	\$ 34.219
Mano de obra Mantenimiento correctivo	\$ 2.737.559	1	\$ 14.878
			<b>TOTAL AÑO 0 CON RPC \$ 255.022.160</b>
			<b>TOTAL AÑO 1 CON RPC \$ 71.348.944</b>
REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub>			
*Este ítem contempla la reducción actual y potencial de emisiones de gases de efecto invernadero por concepto de generación eléctrica a través de diésel. Se asume un valor de compensación por tonelada de CO <sub>2</sub> de \$ 160.000 COP de acuerdo a las estimaciones de los bonos de carbono para el año 2020 del Banco Mundial			
Consumo Usuario Año 1 [kWh/usuario*año]	Factor de conversión [Ton CO <sub>2</sub> /kWh]	Emisiones [Ton CO <sub>2</sub> /usuario*año]	Valor COP/usuario*año
624	0,0013	0,814	\$ 134.310
			<b>TOTAL AÑO 1 SIN RPC \$ 24.713.040</b>
			<b>TOTAL AÑO 1 CON RPC \$ 19.770.432</b>
REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE SUSTITUTOS			
Este ítem es igual al gasto promedio en diferentes susutitos energéticos para iluminación y electrodomésticos manifestado por los usuarios a través de la encuesta socioeconómica			
ÍTEM	COSTO MENSUAL	RPC	COSTO ANUAL POR USUARIO SIN RPC
Baterías	\$ 20.333	0,79	\$ 243.996
Alcohol	\$ -	0,79	\$ -
Diésel	\$ -	0,79	\$ -
Gasolina	\$ 245	0,79	\$ 2.940
Kerosene	\$ 1.440	0,79	\$ 17.280
Petróleo	\$ 478	0,79	\$ 5.736
Velas	\$ 2.582	0,79	\$ 30.984
Otro	\$ 136	0,79	\$ 1.632
			<b>TOTAL USUARIO SIN RPC \$ 302.568</b>
			<b>TOTAL AÑO 1 CON RPC \$ 43.981.284</b>
INCREMENTO NUTRICIONAL			
*Este beneficio considera un incremento nutricional, asumiendo un mejoramiento en la nutrición del 5% al poder refrigerar y procesar los alimentos in sitio. Se considera un costo diario de alimentación (desayuno y almuerzo) por niño de \$ 10.000. Los días hábiles de cuidado de los niños son de lunes a viernes, o sea 52 semanas al año por 5 días semanales daría 260 días en el año menos 18 días festivos al año, daría un total de 242 días hábiles al año. Además cada UCA maneja en promedio quince (15) niños.			
ÍTEM	COSTO DIARIO / NIÑO	% INCREMENTO NUTRICIONAL	BENEFICIO ANUAL POR NIÑO
Alimentación	\$ 10.000	5%	\$ 121.000
			<b>TOTAL CON RPC / NIÑO \$ 96.800</b>
			<b>TOTAL AÑO 1 CON RPC \$ 267.168.000</b>
VALOR DE SALVAMENTO			
*De acuerdo al manual MGA, los equipos y accesorios de generación cuentan con una vida útil de 25 años, con lo que al año 10 el valor de salvamento es igual al 60% del valor de los materiales			
ÍTEM	INVERSIÓN	% SALVAMENTO	VALOR
Materiales	\$ 2.265.736.900	60%	\$ 1.359.442.140
			<b>TOTAL AÑO 10 SIN RPC \$ 1.826.976.559</b>
			<b>TOTAL AÑO 10 CON RPC \$ 1.443.311.482</b>

**Tabla 29. Razón Precio - Cuenta "RPC" de los beneficios obtenidos con el proyecto de SISFV**  
Fuente: Guía MGA del DNP y elaboración propia

A continuación se detallan los cálculos de los beneficios obtenidos en la anterior tabla, correspondientes a la generación de empleo y el incremento nutricional, al ejecutarse el proyecto.

Para el cálculo de la generación de empleo se considera el valor de la mano de obra requerida para la ejecución del proyecto en el año 0, cuando se realiza la inversión, de acuerdo al presupuesto detallado en la columna correspondiente a la mano de obra descrita en la Tabla 27; y la mano de obra requerida para prestar el AOM por parte del operador de los SISFV en el año 1. En la siguiente tabla se detallan dichos cálculos.

Generación de Empleo				
No.	Descripción	Valor Total	No. Usuarios Beneficiados	Valor / Usuario Beneficiado
1	Mano de obra calificada durante la ejecución del proyecto (Año 0)	\$ 148.142.428	184	\$ 805.122
2	Mano de obra no calificada rural durante la ejecución del proyecto (Año 0)	\$ 106.879.732	184	\$ 580.868
3	Mano de obra Administración del operador del SISFV (Año 1)	\$ 62.315.028	184	\$ 338.669
4	Mano de obra Mantenimiento preventivo del operador del SISFV (Año 1)	\$ 6.296.386	184	\$ 34.219
5	Mano de obra Mantenimiento correctivo del operador del SISFV (Año 1)	\$ 2.737.559	184	\$ 14.878
<b>Valor Total Generación de Empleo Año 0</b>		<b>\$ 255.022.160</b>	<b>184</b>	<b>\$ 1.385.990</b>
<b>Valor Total Generación de Empleo Año 1</b>		<b>\$ 71.348.944</b>	<b>184</b>	<b>\$ 387.766</b>

**Tabla 30. Cálculo de los valores de generación de empleo al ejecutarse el proyecto en el año 0 y operarlo en el año 1**

**Fuente: Elaboración propia**

En la anterior tabla se observa que al ejecutarse el proyecto en el año 0 se generará empleo correspondiente a mano de obra calificada (técnicos electricistas) por un valor total de \$ 148.142.428, y correspondiente a mano de obra rural no calificada (ayudantes) por un valor de \$ 106.879.732, según se calcula en la Tabla 27, de acuerdo al presupuesto de ejecución del proyecto. Para el año 1 el operador generará empleo: por administración (mano de obra calificada: gerente, profesional social y coordinador de logística) por un valor total de \$ 62.315.028, según se calcula en la Tabla 13; por mantenimiento preventivo (mano de obra calificada: técnico electricista) por un valor total de \$ 6.296.386, según se calcula en las Tablas 16 y 17, multiplicando el salario mensual por el % de dedicación anual por 12 meses; y por mantenimiento correctivo (mano de obra calificada: técnico electricista) por un valor total de \$ 2.737.559, según se calcula en la Tabla 20, multiplicando el salario mensual por el % de dedicación anual por 12 meses.

Con el fin de determinar el valor del empleo generado por usuario beneficiado con el proyecto, se dividen los valores totales de generación de empleo por cada uno de los cinco conceptos entre el número total de usuarios beneficiados en el proyecto. Por lo tanto, es importante aclarar, que la generación de empleo está relacionada es con los valores a pagar por mano de obra con respecto al número de usuarios beneficiados en el proyecto, y no por el número de empleos generados. En otras palabras, la última columna de la Tabla 30, indica que por cada usuario que se electrifique con SISFV, se genera empleo por un valor anual de \$ 805.122 de mano de obra calificada y \$ 580.868

de mano de obra rural no calificada para un total de \$ 1.385.990, al ejecutarse el proyecto en el año 0; y se genera empleo por un valor anual de \$ 338.669 de mano de obra calificada por administración, \$ 34.219 de mano de obra calificada por mantenimiento preventivo y \$ 14.878 de mano de obra calificada por mantenimiento correctivo, para un total de \$ 387.766, al operar el SISFV en el año 1. En resumen, los indicadores de generación de empleo se calculan en valores a pagar por mano de obra con respecto al número de usuarios beneficiados en el proyecto. Para el cálculo de la generación de empleo en los años 2 al 10 del flujo, se toma el valor del año 1 y se actualiza incrementado cada año hasta el año 10 con una tasa de inflación anual del 3% estimada por el Banco de La República, como se detalla en la Tabla 32.

Para el cálculo del incremento nutricional se considera un mejoramiento en la nutrición de los niños del 5% al poder refrigerar y procesar los alimentos en sitio. Se considera un costo diario de alimentación (desayuno y almuerzo) por niño de \$ 10.000. Los días hábiles de cuidado de los niños al año son 242 (52 semanas / año \* 5 días / semana – 18 días festivos). Los niños de las UCAS del proyecto se verán beneficiados con el incremento nutricional al quedar electrificados. El promedio de niños atendidos por cada UCA es de 15. En la siguiente tabla se detalla dicho cálculo.

Concepto	Valor
Días Hábiles de cuidado de los niños en las UCAS del ICBF	242
Valor diario alimentación (desayuno y almuerzo) por niño	\$ 10.000
% Incremento nutricional	5%
Beneficio incremento nutricional por niño	\$ 121.000
RPC	0,80
Beneficio incremento nutricional por niño con RPC	\$ 96.800
No. UCAS	184
No. Niños / UCA	15
No. total de niños	2760
Beneficio total anual incremento nutricional Año 1 sin RPC	\$ 333.960.000
Beneficio total anual incremento nutricional Año 1 con RPC	\$ 267.168.000

**Tabla 31. Cálculo del incremento nutricional de los niños de las UCAS en el año 1**  
Fuente: Elaboración propia

De la anterior tabla se concluye que cada niño, al ser electrificada su UCA donde lo cuidan, incrementa su nutrición anual sin RPC en \$ 121.000. Este valor se multiplica por el número de niños atendidos por las UCAS beneficiadas, a razón de 15 niños por UCA (15 niños / UCA \* 184 UCAS = 2760 niños), arrojando un valor sin RPC de \$ 333.960.000, y se lleva al año 1 del flujo de beneficios y costos. Para el cálculo del incremento nutricional en los años 2 al 10 del flujo, se toma el valor del año 1 y se actualiza incrementado cada año hasta el año 10 con una tasa de inflación anual del 3% estimada por el Banco de La República, como se detalla en la Tabla 32.

### 6.3 Flujo de beneficios y costos del proyecto sin RPC

En la siguiente tabla se calcula el flujo socio – económico del proyecto sin RPC en un horizonte de diez (10) años, introduciendo los beneficios y costos en el año 1 del proyecto calculados en las Tablas 28 y 29 sin aplicarles el RPC, incrementados cada año hasta el año 10 con una tasa de inflación anual del 3% estimada por el Banco de La República.

En la segunda columna de la tabla, se detalla el RPC establecido en la Guía MGA del DNP para cada beneficio y costo aplicado.

Inflación	3,00%
No. usuarios	184
No. niños	2.760

Beneficios	RPC	FLUJO ECONÓMICO SIN RPC											
		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	
Unidad (Número usuarios)			184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
Costo unitario total			\$ 1.196.133	\$ 1.569.448	\$ 1.616.532	\$ 1.665.027	\$ 1.714.978	\$ 1.766.427	\$ 1.819.420	\$ 1.874.003	\$ 1.930.223	\$ 1.988.130	
<b>Total ingresos por facturación energía</b>	0,79		\$ 220.088.472	\$ 288.778.432	\$ 297.441.888	\$ 306.364.968	\$ 315.555.952	\$ 325.022.568	\$ 334.773.280	\$ 344.816.552	\$ 355.161.032	\$ 365.815.920	
<b>Préstamo</b>	0,80		\$ 60.278.952										
<b>Ingreso subsidio último trimestre</b>	0,79											\$ 81.009.871	
Unidad (Número usuarios)			184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	
Costo unitario			\$ 1.385.990	\$ 387.766	\$ 399.399	\$ 411.381	\$ 423.722	\$ 436.434	\$ 449.527	\$ 463.013	\$ 476.903	\$ 491.210	\$ 505.946
<b>Generación de empleo</b>	1,00		\$ 255.022.160	\$ 71.348.944	\$ 73.489.416	\$ 75.694.104	\$ 77.964.848	\$ 80.303.856	\$ 82.712.968	\$ 85.194.392	\$ 87.750.152	\$ 90.382.640	\$ 93.094.064
Consumo anual energía / usuario				624	624	624	624	624	624	624	624	624	
Unidad (Kilogramos)				149.776	149.776	149.776	149.776	149.776	149.776	149.776	149.776	149.776	
Costo unitario			\$ 165	\$ 170	\$ 175	\$ 180	\$ 185	\$ 191	\$ 197	\$ 203	\$ 209	\$ 215	
<b>Reducción de emisiones de CO2</b>	0,80		\$ 24.713.040	\$ 25.461.920	\$ 26.210.800	\$ 26.959.680	\$ 27.708.560	\$ 28.457.440	\$ 29.206.320	\$ 30.000.000	\$ 30.800.000	\$ 31.600.000	
Unidad (Número usuarios)			184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	
Costo unitario			\$ 302.568	\$ 311.645	\$ 320.994	\$ 330.624	\$ 340.543	\$ 350.759	\$ 361.282	\$ 372.120	\$ 383.284	\$ 394.783	
<b>Reducción de consumo de sustitutos energéticos</b>	0,79		\$ 55.672.512	\$ 57.342.680	\$ 59.062.896	\$ 60.834.816	\$ 62.659.912	\$ 64.539.656	\$ 66.475.888	\$ 68.470.080	\$ 70.524.256	\$ 72.640.072	
Unidad (Número niños)			2.760	2.760	2.760	2.760	2.760	2.760	2.760	2.760	2.760	2.760	
Costo unitario			\$ 121.000	\$ 124.630	\$ 128.369	\$ 132.220	\$ 136.187	\$ 140.273	\$ 144.481	\$ 148.815	\$ 153.279	\$ 157.877	
<b>Incremento nutricional</b>	0,80		\$ 333.960.000	\$ 343.978.800	\$ 354.298.440	\$ 364.927.200	\$ 375.876.120	\$ 387.153.480	\$ 398.767.560	\$ 410.729.400	\$ 423.050.040	\$ 435.740.520	
<b>Valor de salvamento</b>	0,79											\$ 1.826.976.559	
<b>Total Beneficios</b>			\$ 255.022.160	\$ 766.061.920	\$ 789.051.248	\$ 812.708.128	\$ 837.051.512	\$ 862.104.400	\$ 888.035.888	\$ 914.716.992	\$ 942.170.712	\$ 970.421.152	\$ 2.907.478.846
<b>Costos</b>													
<b>Inversión</b>													
Materiales	0,79		\$ 2.265.736.900										
Equipo y herramienta	0,77		\$ 44.986.502										
Transporte	0,80		\$ 148.013.917										
Mano de obra calificada	1,00		\$ 148.142.428										
Mano de obra no calificada	0,60		\$ 106.879.732										
Trámites importación	1,00		\$ 43.470.581										
Interventoría	1,00		\$ 289.639.118										
Gerencia de proyecto	1,00		\$ 177.757.770										
Fiducia	0,80		\$ 45.473.629										
Rubro contingente	1,00		\$ 227.505.549										
Capacitación	0,80		\$ 4.297.756										
Póliza contribuyente	0,80		\$ 32.246.269										
<b>Total Inversión</b>			\$ 3.534.150.151										
Administración (Mano de obra calificada)	1,00		\$ 142.645.080	\$ 146.924.368	\$ 151.332.088	\$ 155.872.104	\$ 160.548.280	\$ 165.364.664	\$ 170.325.672	\$ 175.435.352	\$ 180.698.488	\$ 186.119.496	
Comercialización (Servicio de venta y distribución)	0,80		\$ 48.535.336	\$ 49.991.328	\$ 51.491.112	\$ 53.035.792	\$ 54.626.840	\$ 56.265.728	\$ 57.953.744	\$ 59.692.360	\$ 61.483.048	\$ 63.327.464	
Mantenimiento (Maquinaria y equipo)	0,71		\$ 57.683.448	\$ 59.413.968	\$ 61.196.376	\$ 63.032.328	\$ 64.923.296	\$ 66.870.936	\$ 68.877.088	\$ 70.943.408	\$ 73.071.736	\$ 75.263.912	
Abono préstamo	0,80		\$ 15.069.738	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738	\$ 15.069.738							
Intereses de financiación	0,80		\$ 10.410.175	\$ 7.807.631	\$ 5.205.088	\$ 2.602.544							
Disposición de baterías (Mano de obra calificada)	1,00											\$ 32.030.258	
<b>Total Costos</b>			\$ 3.534.150.151	\$ 274.343.777	\$ 279.207.033	\$ 284.294.402	\$ 289.612.506	\$ 290.098.416	\$ 288.501.328	\$ 297.156.504	\$ 306.071.120	\$ 315.253.272	\$ 356.741.130
<b>Utilidad</b>			-\$ 3.279.127.991	\$ 491.718.143	\$ 509.844.215	\$ 528.413.726	\$ 547.439.006	\$ 582.005.984	\$ 599.534.560	\$ 617.560.488	\$ 636.099.592	\$ 655.167.880	\$ 2.550.737.716

Tabla 32. Flujo de beneficios y costos sin RPC del proyecto con SISFV

Fuente: Elaboración propia

## 6.4 Flujo socio - económico del proyecto con RPC

En la siguiente tabla se calcula el flujo socio – económico del proyecto en un horizonte de diez (10) años con una tasa de descuento del 12%, introduciendo los beneficios y costos sin RPC detallados en la Tabla 32, aplicándoles el RPC establecido en la segunda columna de dicha tabla, de acuerdo a la Guía MGA del DNP.

FLUJO SOCIO-ECONÓMICO CON RPC											
ÍTEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>BENEFICIOS</b>											
Venta de energía eléctrica		\$ 173.869.892,88	\$ 228.134.961,28	\$ 234.979.091,52	\$ 242.028.324,72	\$ 249.289.202,08	\$ 256.767.828,72	\$ 264.470.891,20	\$ 272.405.076,08	\$ 280.577.215,28	\$ 288.994.576,80
Préstamo		\$ 48.223.161,60									
Ingreso subsidio último trimestre											\$ 63.997.798,09
Generación de empleo	\$ 255.022.160,00	\$ 71.348.944,00	\$ 73.489.416,00	\$ 75.694.104,00	\$ 77.964.848,00	\$ 80.303.856,00	\$ 82.712.968,00	\$ 85.194.392,00	\$ 87.750.152,00	\$ 90.382.640,00	\$ 93.094.064,00
Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>		\$ 19.770.432,00	\$ 20.369.536,00	\$ 20.968.640,00	\$ 21.567.744,00	\$ 22.166.848,00	\$ 22.885.772,80	\$ 23.604.697,60	\$ 24.323.622,40	\$ 25.042.547,20	\$ 25.761.472,00
Reducción de consumo de sustitutos energéticos		\$ 43.981.284,48	\$ 45.300.717,20	\$ 46.659.687,84	\$ 48.059.504,64	\$ 49.501.330,48	\$ 50.986.328,24	\$ 52.515.951,52	\$ 54.091.363,20	\$ 55.714.162,24	\$ 57.385.656,88
Incremento nutricional		\$ 267.168.000,00	\$ 275.183.040,00	\$ 283.438.752,00	\$ 291.941.760,00	\$ 300.700.896,00	\$ 309.722.784,00	\$ 319.014.048,00	\$ 328.583.520,00	\$ 338.440.032,00	\$ 348.592.416,00
Valor de salvamento											\$ 1.443.311.481,61
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>	<b>\$ 255.022.160,00</b>	<b>\$ 624.361.714,96</b>	<b>\$ 642.477.670,48</b>	<b>\$ 661.740.275,36</b>	<b>\$ 681.562.181,36</b>	<b>\$ 701.962.132,56</b>	<b>\$ 723.075.681,76</b>	<b>\$ 744.799.980,32</b>	<b>\$ 767.153.733,68</b>	<b>\$ 790.156.596,72</b>	<b>\$ 2.321.137.465,38</b>
<b>COSTOS</b>											
Inversión	\$ 2.959.240.299,54										
Administración (Mano de obra calificada)		\$ 142.645.080,00	\$ 146.924.368,00	\$ 151.332.088,00	\$ 155.872.104,00	\$ 160.548.280,00	\$ 165.364.664,00	\$ 170.325.672,00	\$ 175.435.352,00	\$ 180.698.488,00	\$ 186.119.496,00
Comercialización (Servicio de venta y distribución)		\$ 38.828.268,80	\$ 39.993.062,40	\$ 41.192.889,60	\$ 42.428.633,60	\$ 43.701.472,00	\$ 45.012.582,40	\$ 46.362.995,20	\$ 47.753.888,00	\$ 49.186.438,40	\$ 50.661.971,20
Mantenimiento (Maquinaria y equipo)		\$ 40.955.248,08	\$ 42.183.917,28	\$ 43.449.426,96	\$ 44.752.952,88	\$ 46.095.540,16	\$ 47.478.364,56	\$ 48.902.732,48	\$ 50.369.819,68	\$ 51.880.932,56	\$ 53.437.377,52
Abono préstamo		\$ 12.055.790,40	\$ 12.055.790,40	\$ 12.055.790,40	\$ 12.055.790,40						
Intereses de financiación		\$ 8.328.140,00	\$ 6.246.105,01	\$ 4.164.070,00	\$ 2.082.035,00						
Disposición de baterías (Mano de obra calificada)											\$ 32.030.258,00
Reposición											
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>\$ 2.959.240.299,54</b>	<b>\$ 242.812.527,28</b>	<b>\$ 247.403.243,09</b>	<b>\$ 252.194.264,96</b>	<b>\$ 257.191.515,88</b>	<b>\$ 250.345.292,16</b>	<b>\$ 257.855.610,96</b>	<b>\$ 265.591.399,68</b>	<b>\$ 273.559.059,68</b>	<b>\$ 281.765.858,96</b>	<b>\$ 322.249.102,72</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>-\$ 2.704.218.139,54</b>	<b>\$ 381.549.187,68</b>	<b>\$ 395.074.427,39</b>	<b>\$ 409.546.010,40</b>	<b>\$ 424.370.665,48</b>	<b>\$ 451.616.840,40</b>	<b>\$ 465.220.070,80</b>	<b>\$ 479.208.580,64</b>	<b>\$ 493.594.674,00</b>	<b>\$ 508.390.737,76</b>	<b>\$ 1.998.888.362,66</b>
Tasa de Descuento	12%										
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 247.601.761										
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13,8%										
Razón Beneficio Costo (RBC)	1,06										
<b>SIN TENER EN CUENTA LA INVERSIÓN</b>											
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 2.951.819.901										
Tasa Interna de Retorno (TIR)	NA										
Razón Beneficio Costo (RBC)	3,01										
<b>SIN TENER EN CUENTA LOS COSTOS DEL AÑO 1 AL 10 (ESCENARIO PROYECTO TIPO)</b>											
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 1.263.531.235										
Tasa Interna de Retorno (TIR)	20,8%										
Razón Beneficio Costo (RBC)	1,43										

**Tabla 33. Flujo socio - económico con RPC del proyecto con SISFV**  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en el flujo socio – económico con RPC se concluye que el proyecto es viable ya que la relación beneficio costo “RBC” es mayor a 1 (RBC =1,06), o sea, el beneficio del proyecto es mayor a su costo, además la tasa interna de retorno “TIR” es del 13,8%, siendo superior a la tasa de descuento del 12%, y el valor presente neto “VPN” incluyendo la inversión es positivo (VPN = \$ 247.601.761), siendo importante para el estado ejecutarlo por el grado de bienestar y desarrollo que traería a la comunidad la realización del proyecto.

También se hace el análisis del escenario donde no se tiene en cuenta la inversión, pues el estado la realiza por medio de los fondos de inversión tales como SGR, FAZNI ó FENOGE, y la asume como un costo hundido, ya que no se le traslada este costo a los beneficiarios del proyecto. Para este escenario se obtiene un VPN = \$ 2.951.819.901 con un RBC = 3,01, siendo excelentes indicadores, haciendo el proyecto mucho más viable.

Finalmente, se hace el análisis del escenario donde no se consideran los costos de administración, comercialización y mantenimiento, únicamente se contempla el costo de la inversión. En este escenario se obtiene un VPN = \$ 1.263.531.235, una TIR = 20,8% y una RBC = 1,43, siendo indicadores muy positivos para garantizar la viabilidad del proyecto.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los tres (3) escenarios analizados se puede concluir que el proyecto es viable para su ejecución por parte del estado.

## 7 Conclusiones

- De acuerdo al flujo financiero del proyecto se concluye que no es viable financieramente para un inversionista que desee construir los SISFV, pues con los ingresos obtenidos de acuerdo a las tarifas regulatorias vigentes, no es posible recuperar la inversión en un horizonte de diez (10) años. Pero si no se considera la inversión (que la haga el estado), se concluye que con las tarifas se puede garantizar la sostenibilidad del servicio por parte del operador de los SISFV, ya que se obtiene un valor presente neto positivo entre los ingresos y los costos por \$ 103.387.215 durante los diez (10) años de operación, con unos márgenes de utilidad anuales aceptables del 1,5% para el año 1, del 2,32% para el año 2, del 3,09% para el año 3, del 3,83% para el año 4, del 7,87% para los años 5 al 9, y del 14,11% para el año 10.
- De acuerdo al flujo socio – económico del proyecto se concluye que el proyecto es viable ya que la relación beneficio costo “RBC” es mayor a 1 (RBC =1,06), o sea, el beneficio del proyecto es mayor a su costo, además la tasa interna de retorno “TIR” es del 13,8%, siendo superior a la tasa de descuento del 12%, y el valor presente neto “VPN” incluyendo la inversión es positivo (VPN = \$ 247.601.761), siendo importante para el estado ejecutarlo por el grado de bienestar y desarrollo que traería a la comunidad beneficiada.
- Haciendo en el flujo socio – económico el análisis del escenario donde no se tiene en cuenta la inversión, pues el estado la realiza por medio de los fondos de inversión tales como SGR, CAFAZNI ó FENOGE, y la asume como un costo hundido, ya que no se le traslada este costo a los beneficiarios del proyecto, se concluye que el proyecto se hace más viable, pues los indicadores mejoran ampliamente, ya que se obtiene VPN = \$ 2.951.819.901 con un RBC = 3,01.
- Haciendo en el flujo socio – económico el análisis del escenario donde no se consideran los costos de administración, comercialización y mantenimiento, únicamente se contempla el costo de la inversión, se concluye que el proyecto es viable, pues los indicadores son muy positivos, ya que se obtiene un VPN = \$ 1.263.531.235, una TIR = 20,8% y una RBC = 1,43.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta socio – económica del proyecto, se demuestra que los usuarios beneficiarios tienen la suficiente capacidad de pago para asumir el costo que les corresponde pagar por la prestación del servicio de energía por parte del operador del SISFV, el cual asciende a \$ 17.777 mensuales a precios de noviembre de 2021, ya que los gastos mensuales promedio que sufragan por el pago de los sustitutos energéticos que utilizan son de \$ 25.214, obteniendo un ahorro mensual de \$ 7.437.
- El costo de inversión del proyecto será efectuado con fondos de la nación del Sistema General de Regalías (SGR), o del FAZNI, o de FENOGE.

- La prestación del servicio debe ser efectuado por una empresa operadora de servicios públicos debidamente constituida, a la cual se le reconocen los costos reales de administración, comercialización y mantenimiento (ACM) de los SISFV, donde estos costos no deben estar por encima de los cargos máximos permitidos por la CREG de acuerdo a la resolución transitoria N° 166 de 2020 de la CREG.
- De acuerdo a la resolución transitoria N° 40296 de 2020 del Ministerio de Minas y Energía donde se establecen los subsidios para los SISFV ligados a la resolución transitoria N° 166 de 2020 de la CREG, el usuario asume un 14% del cargo total de facturación del servicio de electricidad de acuerdo a su capacidad de pago, y el Ministerio de Minas y Energía asume un 86% del cargo total de facturación del servicio de electricidad como subsidio.
- Se recomienda firmar un contrato de comodato por diez (10) años, donde el Ministerio de Minas y Energía le hace entrega de la infraestructura con SISFV a la empresa operadora, para que esta garantice el servicio de electricidad a los usuarios beneficiados, y además Minenergía se compromete a aportar los subsidios especificados en la normatividad. El operador debe otorgar las pólizas necesarias para garantizar la conservación de la infraestructura que le entrega el Minenergía, exceptuando el desgaste normal por el uso de los equipos durante los 10 años.
- En el último año del contrato de comodato, el Minenergía evaluaría si decide prorrogarlo por otros diez (10) años más, haciendo un diagnóstico del estado de la infraestructura para determinar si requiere efectuar inversiones para la reposición de los equipos que hayan cumplido su vida útil, y considerando si la empresa operadora desea seguir funcionando bajo las normas regulatorias del sector.