



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**Simulación Monte Carlo para un
deshidratador geotérmico basado en
técnicas de suavizado exponencial**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniera Industrial

P R E S E N T A

Diana Méndez Calderón

DIRECTOR(A) DE TESIS

Dr. Wulfrano Gómez Gallardo



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

Agradecimientos

“Aquel que recibe un beneficio, nunca debe olvidarlo; aquel que lo otorga, nunca debe recordarlo”
(Pierre Charron)

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la facultad de ingeniería por haberme permitido formar parte de esta gran comunidad, de ofrecer todos los recursos disponibles para la formación de los ingenieros. Es para mí un gran honor haber desarrollado mi carrera profesional en tan grande institución.

Gracias al Instituto de Ingeniería de la UNAM por otorgarme un lugar en su institución, además de mostrarme los retos a los que se enfrentan los ingenieros en cuanto a innovación se refiere, fue para mí también una inspiración observar como diversos grupos enfocan sus esfuerzos en crear proyectos alternativos siempre luchando en cruzar la barrera entre invento e innovación. Gracias al **CeMIE-Geo proyecto 207032 Conacyt/Sener** por el apoyo a ideas innovadoras. Gracias a grupo IIDEA por permitirme se parte de ellos, por mostrarme lo necesario que es trabajar en equipo con diversas especialidades para que un proyecto funcione, porque sin un trabajo en equipo ni funciones definidas a cada uno de los integrantes resulta complicado.

Gracias a todos mis profesores, en verdad que cada uno me dio una enseñanza tanto profesional como personal, siempre fuero para mi ese ejemplo a seguir de estabilidad profesional, templanza, responsabilidad, entrega y demás valores con los cuales me fui formando a lo largo de mi carrera, en verdad gracias al Ing. Erick Castañeda, Ing. Francisco Barrera, M.I. Silvina Ing. Claudia Hernández, Ing. Hilda Solís, Dr. Esther Segura, M.I. Ricardo Mendoza , por cada una de sus palabras y los días ahí frente al pizarrón, gracias.

Gracias a mi director de tesis el Dr. Wulfrano Gómez por el apoyo a lo largo del proceso, por todas sus palabras de aliento y sinceridad en los momentos que se requería, por mostrarme siempre alternativas para construir este trabajo, pero además por los consejos a lo largo del tiempo que llevo de conocerlo, gracias.

Sobre todo quiero agradecer a mi familia; Eutiquio Méndez, Marina Calderón e Isabel Méndez, la cual es un apoyo constante para mí, es un gran refugio donde permanecer tranquila, por situaciones de la vida hemos estado separados por la distancia, sin embargo a mis padres quiero agradecer y reconocer todo su apoyo, consejos, amor, regaños, todo lo que me han ofrecido me ha dado la oportunidad de crecer en lo personal y profesional. Sé que seguiremos creciendo como personas juntos mi gran y hermosa familia hasta que el tiempo se acabe para cada uno, debemos aprender de cada situación de la vida, mejor y dar lo mejor de nosotros cada día para que al final estemos satisfechos con lo que hayamos logrado, gracias por todo.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS | 1 |
| Índice de Figuras | 6 |
| Índice de Tablas | 8 |
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 11 |
| JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 12 |
| OBJETIVOS GENERALES | 13 |
| OBJETIVOS PARTICULARES..... | 13 |
| MARCO TEÓRICO | 14 |
| VALOR PRESENTE NETO (VPN) | 14 |
| TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)..... | 14 |
| ANÁLISIS DE RIESGO EN UN PROYECTO DE INVERSIÓN | 14 |
| <i>Análisis de Sensibilidad</i> | <i>14</i> |
| <i>Análisis de Equilibrio.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Análisis de Escenarios</i> | <i>15</i> |
| PLANEACIÓN DE LA DEMANDA | 15 |
| <i>Series de Tiempo</i> | <i>15</i> |
| <i>Patrón Horizontal</i> | <i>16</i> |
| <i>Patrón estacional (Estacionalidad).....</i> | <i>16</i> |
| <i>Patrón tendencial (Tendencia).....</i> | <i>17</i> |
| <i>Patrón Cíclico (Cíclico).....</i> | <i>17</i> |
| <i>Métodos de Pronósticos</i> | <i>19</i> |
| <i>Método Holt Winter.....</i> | <i>19</i> |
| MÉTODO HOLT WINTER MULTIPLICATIVO | 19 |
| SIMULACIÓN MONTE CARLO | 21 |
| ENERGÍA 22 | |
| <i>Fuentes de energía</i> | <i>22</i> |
| <i>Energía geotérmica.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Entalpía.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Energía geotérmica de alta entalpía</i> | <i>22</i> |
| <i>Energía geotérmica de media entalpía</i> | <i>22</i> |
| <i>Energía geotérmica de baja entalpía</i> | <i>23</i> |
| <i>Yacimientos geotérmicos.....</i> | <i>23</i> |
| CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES | 24 |
| 1.1 USOS DIRECTOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA | 24 |
| 1.1.1 CALEFACCIÓN DE ESPACIOS | 24 |
| 1.1.2 CALEFACCIÓN DE INVERNADEROS..... | 25 |
| 1.1.3 ACUICULTURA | 26 |
| 1.1.4 SECADO AGRÍCOLA..... | 26 |
| 1.1.5 BALNEARIOS | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 1.1.6 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS | 28 |
| 1.2 ENERGÍA GEOTÉRMICA EN MÉXICO..... | 29 |
| 1.2.1 Zonas Geotérmicas de baja entalpía en la República Mexicana | 31 |
| 1.3 DESHIDRATADORES | 33 |
| 1.3.1 DESHIDRATADORES DIRECTOS..... | 33 |
| 1.3.3.1Deshidratador Geotérmico de Alimentos (DGA) de Grupo IIDEA..... | 34 |
| 1.3.2 DESHIDRATADORES INDIRECTOS..... | 35 |
| 1.3 BENEFICIOS Y USOS DE LA FRUTA DESHIDRATADA | 36 |
| 1.4 FRUTA DESHIDRATADA A NIVEL MUNDIAL | 38 |
| 1.5 CONCLUSIONES – CAPITULO 1..... | 41 |
| CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DEL DESHIDRTADOR GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA | 42 |
| 2.1 ESTUDIO DE MERCADO | 42 |
| 2.1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO DE MERCADO | 42 |
| 2.1.2 IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTO..... | 42 |
| 2.1.3 SEGMENTACIÓN DEL MERCADO | 42 |
| 2.1.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA | 43 |
| 2.1.4.1 Exportación de Mango Deshidratado de México a E.U.A | 43 |
| 2.1.4.2 Lista de importadores de Mango Deshidratado en E.U.A | 45 |
| 2.1.4.3 Precio de la exportación Mexicana..... | 45 |
| 2.1.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA | 46 |
| 2.1.5.1 Empresas Deshidratadoras de Mango en México..... | 46 |
| 2.1.6 Competencia Directa en Nayarit..... | 49 |
| 2.1.7 Conclusiones del Estudio de Mercado | 52 |
| 2.2 ESTUDIO TÉCNICO | 53 |
| 2.2.1 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO TÉCNICO..... | 53 |
| 2.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO..... | 53 |
| 2.2.2.1 Componentes y precios del Deshidratador geotérmico..... | 55 |
| 2.2.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL DESHIDRATADOR..... | 57 |
| 2.2.4 ACCESO Y PRECIO DE LA MATERIA PRIMA | 58 |
| 2.2.4.1 Costo del Transporte de la Materia Prima de Las Varas hacia San Pedro Lagunillas | 59 |
| 2.2.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN..... | 59 |
| 2.2.5.1 Distribución de planta..... | 63 |
| 2.2.6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO TÉCNICO | 66 |
| 2.3 ESTUDIO ECONÓMICO DEL CASO BASE | 67 |
| 2.3.1 LICENCIAS Y PERMISOS..... | 67 |
| 2.3.1.1 Costo de la Extracción del Recurso Geotérmico..... | 68 |
| 2.3.2 DATOS GENERALES..... | 68 |
| 2.3.3 RENTABILIDAD DEL PROYECTO..... | 71 |
| 2.3.5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ECONÓMICO..... | 71 |

| | |
|---|-----|
| 2.4 CONCLUSIONES – CAPITULO 2 | 72 |
| CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA ESTIMAR EL COSTO DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO | 73 |
| 3.1 ANÁLISIS DE LOS COSTOS CRÍTICOS DEL CASO BASE | 73 |
| 3.2 CASO BASE EMPLEANDO UN DESHIDRATADOR DE LA COMPETENCIA | 76 |
| 3.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS CRÍTICOS DEL CASO BASE | 77 |
| 3.5 CONCLUSIONES CAPITULO 3 | 83 |
| CAPÍTULO 4. MODELO DE SIMULACIÓN MONTE CARLO EMPLEANDO PRÓNOSTICOS ESTIMADOS A TRAVÉS DEL MÉTODO DE HOLT WINTERS | 84 |
| 4.1 MODELO MATEMÁTICO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN | 84 |
| 4.2 PRONOSTICO DE LA DEMANDA Y PRECIO DE VENTA EMPLEANDO HOLT WINTERS MULTIPLICATIVO | 86 |
| 4.3 SIMULACIÓN MONTE CARLO | 88 |
| 4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS – CAPITULO 4 | 92 |
| CONCLUSIONES GENERALES | 93 |
| ANEXOS | 95 |
| ANEXO 1 SEGMENTACIÓN DE MERCADO PARA EL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO IDEA | 95 |
| ANEXO 2 REPORTE DE ACTIVIDADES EN SAN PEDRO LAGUNILLAS Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS CORRESPONDIENTE AL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ADQUISICIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA EL DGA | 112 |
| ANEXO 3 ENCUESTA PARA EMPRESAS DESHIDRATADORAS | 124 |
| BIBLIOGRAFÍA | 125 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1 EJEMPLO DE UN PATRÓN HORIZONTAL EN UNA SERIE DE TIEMPO (GÓMEZ, 2016)..... | 16 |
| ILUSTRACIÓN 2 EJEMPLO DE UN PATRÓN ESTACIONAL EN UNA SERIE DE TIEMPO (GÓMEZ, 2016) | 16 |
| ILUSTRACIÓN 3 EJEMPLO DE UN PATRÓN TENDENCIAL EN UNA SERIE DE TIEMPO (GÓMEZ, 2016) | 17 |
| ILUSTRACIÓN 4 EJEMPLO DE UN PATRÓN CÍCLICO EN UNA SERIE DE TIEMPO..... | 17 |
| ILUSTRACIÓN 5 SERIE DE TIEMPO EN LA CUAL SE APLICA EL MÉTODO HOLT WINTER MULTIPLICATIVO..... | 20 |
| ILUSTRACIÓN 6 DEMOSTRACIÓN DE LA LEY DE LOS GRANDES NÚMEROS (1BAC, 2016) | 21 |
| ILUSTRACIÓN 7 INVERNADERO DE ALGAS EN ITALIA (RICHTER, O´HALLORAN, 2018)..... | 25 |
| ILUSTRACIÓN 8 APLICACIÓN ACUÍCOLA CON ENERGÍA GEOTÉRMICA (BREWER, 2018)..... | 26 |
| ILUSTRACIÓN 9 DESHIDRATACIÓN DE TOMATES CON ENERGÍA GEOTÉRMICA EN GRECIA: A) ENTRADA AL TÚNEL DEL DESHIDRATADOR B) PRODUCTO TERMINADO (ANDRITSOS N., 2018) | 27 |
| ILUSTRACIÓN 10 SPA GEOTÉRMICO BLUE LAGOON EN ISLANDIA (RICHTER, O´HALLORAN, 2018)..... | 28 |
| ILUSTRACIÓN 11 LOCALIZACIÓN DE PLANTAS GEOTÉRMICAS EN MÉXICO. (SANTOYO GUTIÉRREZ & TORRES ALVARADO, 2010)..... | 29 |
| ILUSTRACIÓN 12 REPÚBLICA MEXICANA: GEOTERMIA DE BAJA ENTALPÍA (ELABORADO POR RICARDO CALDERA CRUZ & DIANA MÉNDEZ CALDERÓN) INFORMACIÓN OBTENIDA DE (RODRÍGUEZ, 1993)..... | 31 |
| ILUSTRACIÓN 13 UBICACIÓN DE LA PRIMER PLANTA GEOTÉRMICA DE INVERSIÓN PRIVADA EN SAN PEDRO LAGUNILLAS, NAYARIT | 32 |
| ILUSTRACIÓN 14 FUNCIONAMIENTO DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA DE GRUPO IIDEA..... | 34 |
| ILUSTRACIÓN 15 DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO DE ALIMENTOS (DGA) | 35 |
| ILUSTRACIÓN 16 LOS 10 PRINCIPALES IMPORTADORES A NIVEL MUNDIAL EN 2008 VS 2013 (TONELADAS) (INC, 2016)..... | 38 |
| ILUSTRACIÓN 17 PRODUCCIÓN DE FRUTA DESHIDRATADA A NIVEL MUNDIAL DEL 2004 AL 2014 (INC, 2016) | 39 |
| ILUSTRACIÓN 18 EXPORTACIONES A NIVEL MUNDIAL DEL 2007 AL 2013 Y SU VALOR EN MILLONES DE DÓLARES (INC, 2016) | 40 |
| ILUSTRACIÓN 19 PRINCIPALES EXPORTADORES DE MANGO DESHIDRATADO A LOS E.U.A DEL 2008 AL 2015 (INTERNATIONAL TRADE CENTER (ITC), 2016). | 43 |
| ILUSTRACIÓN 20 EXPORTACIÓN DE MANGO DE MÉXICO HACIA LOS E.U.A. DEL 2009 AL 2016 (INTERNATIONAL TRADE CENTER (ITC), 2016)..... | 44 |
| ILUSTRACIÓN 21 PRONÓSTICO DE LA EXPORTACIÓN MEXICANA (ELABORADA MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE R PROJECT) | 44 |
| ILUSTRACIÓN 22 PRONÓSTICO DEL PRECIO DE LA EXPORTACIÓN MEXICANA..... | 46 |
| ILUSTRACIÓN 23 ENERGÉTICO QUE EMPLEAN LOS DESHIDRATADORES ENTREVISTADOS | 47 |
| ILUSTRACIÓN 24 CAPACIDAD DE LOS DESHIDRATADORES ENTREVISTADOS..... | 48 |
| ILUSTRACIÓN 25 PRODUCTOS CON MAYOR DEMANDA EN LAS EMPRESAS ENTREVISTADAS..... | 48 |
| ILUSTRACIÓN 26 PRECIOS DEL MANGO DESHIDRATADO DE LAS EMPRESAS ENTREVISTADAS | 49 |
| ILUSTRACIÓN 27 EMPRESAS DESHIDRATADORAS EN NAYARIT. ((INEGI, INEGI, 2010) | 49 |
| ILUSTRACIÓN 28 FICHA TÉCNICA DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO (GRUPO IIDEA)..... | 54 |
| ILUSTRACIÓN 29 DTI DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO (GRUPO IIDEA) | 54 |
| ILUSTRACIÓN 30 IMPACTO EN EL COSTO TOTAL DEL DESHIDRATADOR POR CADA EQUIPO | 56 |
| ILUSTRACIÓN 31 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO. | 57 |
| ILUSTRACIÓN 32 POSIBLE UBICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA PARA EL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO | 58 |
| ILUSTRACIÓN 33 ETAPAS PRINCIPALES DEL PROCESO DE DESHIDRATADO | 60 |
| ILUSTRACIÓN 34 MANO DE OBRA NECESARIA | 62 |
| ILUSTRACIÓN 35 TIEMPOS DE OPERACIÓN: PROCESO DE DESHIDRATADO | 62 |
| ILUSTRACIÓN 36 DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUES..... | 63 |
| ILUSTRACIÓN 37 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA | 64 |
| ILUSTRACIÓN 38 COSTOS CRÍTICOS DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO | 73 |
| ILUSTRACIÓN 39 COSTOS CRÍTICOS DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO..... | 74 |

| | |
|---|-----|
| ILUSTRACIÓN 40 COSTOS CRÍTICOS DE LA INVERSIÓN..... | 77 |
| ILUSTRACIÓN 41 COSTOS CRÍTICOS DE OPERACIÓN..... | 77 |
| ILUSTRACIÓN 42 DIAGRAMA DE CAJA NEGRA MODIFICANDO LAS VARIABLES DE ENTRADA; MATERIA PRIMA Y COSTO DEL DESHIDRATADOR .. | 78 |
| ILUSTRACIÓN 43 DIAGRAMA DE CAJA NEGRA MODIFICANDO LAS VARIABLES DE ENTRADA; MATERIA PRIMA Y NÚMERO DE TRABAJADORES... | 79 |
| ILUSTRACIÓN 44 DIAGRAMA DE CAJA NEGRA MODIFICANDO LAS VARIABLES DE ENTRADA: MATERIA PRIMA Y PRODUCCIÓN | 80 |
| ILUSTRACIÓN 45 DIAGRAMA DE CAJA NEGRA MODIFICANDO LAS VARIABLES DE ENTRADA; PRODUCCIÓN Y COSTO DEL DESHIDRATADOR | 81 |
| ILUSTRACIÓN 46 INVERSIÓN INICIAL EN EL AÑO CERO DEL PROYECTO BASE | 84 |
| ILUSTRACIÓN 47 MODELO MATEMÁTICO PARA OBTENER EL FLUJO DE EFECTIVO NETO | 85 |
| ILUSTRACIÓN 48 GASTOS DE OPERACIÓN DE PROYECTO BASE | 86 |
| ILUSTRACIÓN 49 CONSTANTES DE SUAVIZADO PARA EL PRECIO DE EXPORTACIÓN | 87 |
| ILUSTRACIÓN 50 CONSTANTES DE SUAVIZADO PARA EL VOLUMEN DE EXPORTACIÓN | 87 |
| ILUSTRACIÓN 51 DIAGRAMA DE CAJA NEGRA DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN | 88 |
| ILUSTRACIÓN 52 CÓDIGO DE LA INVERSIÓN INICIAL..... | 89 |
| ILUSTRACIÓN 53 INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO BASE | 89 |
| ILUSTRACIÓN 54 CÓDIGO DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO - 1..... | 90 |
| ILUSTRACIÓN 55 CÓDIGO DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO – 2..... | 90 |
| ILUSTRACIÓN 56 PROBABILIDAD DE RIESGO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN..... | 91 |
| ILUSTRACIÓN 57 HISTOGRAMA DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN | 91 |
| ILUSTRACIÓN 58 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE COMPOSTELA, NAYARIT..... | 96 |
| ILUSTRACIÓN 59 POBLACIÓN EN COMPOSTELA, NAYARIT. (INEGI, PANORAMA SOCIODEMOGRÁFICO DE NAYARIT) | 97 |
| ILUSTRACIÓN 60 INDICADORES DE CARENCIA SOCIAL (PORCENTAJES) 2010 (SEDESOL, INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL) | 98 |
| ILUSTRACIÓN 61 UBICACIÓN DEL HERVIDERO EL MOLOTE..... | 100 |
| ILUSTRACIÓN 62 UBICACIÓN EL CHICO MOLOTE | 100 |
| ILUSTRACIÓN 63 UBICACIÓN EL HERVIDERO EL MOLOTE II | 101 |
| ILUSTRACIÓN 64 POBLACIÓN DEL MOLOTE RELACIÓN HOMBRE-MUJER (FORO-MEXICO.COM, S.F.)..... | 102 |
| ILUSTRACIÓN 65 DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES EN NAYARIT-LOCALIDAD EL MOLOTE (FORO-MEXICO.COM, S.F.)..... | 103 |
| ILUSTRACIÓN 66 DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES POR SALARIO MÍNIMO (FORO-MEXICO.COM, S.F.)..... | 104 |
| ILUSTRACIÓN 67 UBICACIÓN SAN PEDRO LAGUNILLAS, NAYARIT | 105 |
| ILUSTRACIÓN 68 POBLACIÓN DE SAN PEDRO LAGUNILLAS (INEGI, PANORAMA SOCIODEMOGRÁFICO DE NAYARIT) | 106 |
| ILUSTRACIÓN 69 NIVEL DE ESCOLARIDAD SAN PEDRO LAGUNILLAS | 106 |
| ILUSTRACIÓN 70 INDICADORES DE POBREZA Y VULNERABILIDAD (PORCENTAJES) 2010..... | 107 |
| ILUSTRACIÓN 71 INDICADORES DE CARENCIA SOCIAL (PORCENTAJES) 2010 (SEDESOL, INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL) | 107 |
| ILUSTRACIÓN 72 UBICACIÓN SAN PEDRO LAGUNILLAS (GOOGLE MAPS, 2016) | 109 |
| ILUSTRACIÓN 73 POBLACIÓN SAN PEDRO LAGUNILLAS RELACIÓN HOMBRE-MUJER (FORO-MEXICO.COM, S.F.)..... | 109 |
| ILUSTRACIÓN 74 DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES POR SECTOR NAYARIT- LOCALIDAD SAN PEDRO LAGUNILLAS (FORO-MEXICO.COM, S.F.) | 110 |
| ILUSTRACIÓN 75 PUNTOS PRINCIPALES DEL RECORRIDO A NAYARIT | 112 |
| ILUSTRACIÓN 76 TEMPERATURA AMBIENTE DE SAN PEDRO LAGUNILLAS, GENERADA POR EL SOFTWARE METEONORM 7..... | 113 |
| ILUSTRACIÓN 77 TRAYECTO ENTRE SAN PEDRO LAGUNILLAS Y LAS VARAS | 121 |

Índice de Tablas

| | |
|--|-----|
| TABLA 1 TIPOS DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS | 23 |
| TABLA 2 TIPO DE DESHIDRATADORES POR CONVECCIÓN (GARCIA, 2017) | 33 |
| TABLA 3 TIPOS DE DESHIDRATADORES INDIRECTOS (GARCIA, 2017)..... | 35 |
| TABLA 4 PROPIEDADES DE LA FRUTA DESHIDRATADA..... | 37 |
| TABLA 5 IMPORTADORES DE MANGO DESHIDRATADO EN E.U.A. | 45 |
| TABLA 6 EMPRESAS DESHIDRATORAS DE MANGO EN MÉXICO..... | 47 |
| TABLA 7 COSTO APROXIMADO DEL DESHIDRATADOR DE AGROINDUSTRIAS | 50 |
| TABLA 8 PRODUCCIÓN Y COSTO DE DESHIDRATADORES INDUSTRIALES..... | 51 |
| TABLA 9 MANTENIMIENTO DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO (GRUPO IIDEA GASGA MORALES, 2016)..... | 55 |
| TABLA 10 EQUIPOS Y PRECIOS QUE COMPONEN EL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO (GRUPO IIDEA GASGA MORALES, 2016). | 55 |
| TABLA 11 COSTOS TOTAL DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO (GRUPO IIDEA GASGA MORALES, 2016)..... | 56 |
| TABLA 12 ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO. | 57 |
| TABLA 13 COSTOS DEL TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA | 59 |
| TABLA 14 MATERIALES NECESARIOS PARA EL PROCESO DE DESHIDRATADO. | 61 |
| TABLA 15 ÁREAS DE LA PLANTA CON DIMENSIONES | 65 |
| TABLA 16 LICENCIAS Y PERMISOS PARA EL PROYECTO DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO | 67 |
| TABLA 17 PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA OBRA CIVIL | 67 |
| TABLA 18 COSTO APROXIMADO DE LA PERFORACIÓN GEOTÉRMICA. (JIMENEZ, 2017) | 68 |
| TABLA 19 DEPRECIACIÓN..... | 68 |
| TABLA 20 IMPUESTOS..... | 69 |
| TABLA 21 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE INGRESOS..... | 69 |
| TABLA 22 INVERSIONES PARA EL PROYECTO DE DESHIDRATACIÓN CON GEOTERMIA | 70 |
| TABLA 23 COSTOS DE OPERACIÓN PARA EL PROYECTO DE DESHIDRATACIÓN CON GEOTERMIA | 70 |
| TABLA 24 REINVERSIONES DEL PROYECTO..... | 70 |
| TABLA 25 RESULTADOS OBTENIDOS | 71 |
| TABLA 26 COSTO DEL POZO GEOTÉRMICO PARA UN VPN=0 | 74 |
| TABLA 27 FACTOR DE PRODUCCIÓN DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO. | 75 |
| TABLA 28 INVERSIONES Y GASTOS DEL CASO BASE | 76 |
| TABLA 29 VPN DEL CASO BASE..... | 76 |
| TABLA 30 VARIACIÓN DEL VPN CON EL INCREMENTO DEL COSTO DE LA MATERIA PRIMA VS EL COSTO DEL DESHIDRATADOR | 78 |
| TABLA 31 VARIACIÓN DEL VPN CON EL INCREMENTO EN EL COSTO DE LA MATERIA PRIMA VS EL INCREMENTO DE LOS TRABAJADORES..... | 79 |
| TABLA 32 VARIACIÓN DEL VPN CON EL INCREMENTO EN EL COSTO DE LA MATERIA PRIMA VS EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN | 80 |
| TABLA 33 VARIACIÓN DEL VPN CON EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN VS EL INCREMENTO EN EL COSTO DEL DESHIDRATADOR..... | 81 |
| TABLA 34 RESUMEN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN PRESENTADO..... | 92 |
| TABLA 35 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN MONTE CARLO..... | 92 |
| TABLA 36 ZONAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA CON EL RECURSO GEOTÉRMICO ÓPTIMO PARA EL DGA | 95 |
| TABLA 37 INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS (SEDESOL, INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL) | 97 |
| TABLA 38 AÑO AGRÍCOLA EN COMPOSTELA 2013 (INEGI, ANUARIO ESTADÍSTICO Y GEOGRÁFICO DE NAYARIT)..... | 98 |
| TABLA 39 ACTIVIDAD AGRÍCOLA EN MUNICIPIOS COLINDANTES (INEGI, ANUARIO ESTADÍSTICO Y GEOGRÁFICO DE NAYARIT) | 98 |
| TABLA 40 LOCALIDADES GEOTÉRMICAS UBICADAS EN COMPOSTELA..... | 99 |
| TABLA 41 INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS (SEDESOL, INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL)..... | 107 |
| TABLA 42 AÑO AGRÍCOLA SAN PEDRO LAGUNILLAS 2010 (INEGI, ANUARIO ESTADÍSTICO Y GEOGRÁFICO DE NAYARIT) | 108 |
| TABLA 43 AÑO AGRÍCOLA COMPOSTELA 2013 (INEGI, ANUARIO ESTADÍSTICO Y GEOGRÁFICO DE NAYARIT)..... | 108 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 44 PRINCIPALES CULTIVOS EN SAN PEDRO LAGUNILLAS | 115 |
| TABLA 45 RESULTADOS DEL SONDEO EN SAN PEDRO LAGUNILLAS ACERCA DEL MAÍZ..... | 116 |
| TABLA 46 RESULTADOS DEL SONDEO EN SAN PEDRO LAGUNILLAS ACERCA DE LA CAÑA DE AZÚCAR..... | 117 |
| TABLA 47 RESULTADO DEL SONDEO EN SAN PEDRO LAGUNILLAS ACERCA DEL AGUACATE..... | 118 |
| TABLA 48 RESULTADO DEL SONDEO EN SAN PEDRO LAGUNILLAS ACERCA DEL LIMÓN | 118 |
| TABLA 49 RESULTADO DEL SONDEO EN SAN PEDRO LAGUNILLAS ACERCA DEL FRIJOL..... | 118 |
| TABLA 50 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL EJIDO DE LAS VARAS..... | 121 |
| TABLA 51 PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE LA DESHIDRATADORA DE MANGO ABARI® | 122 |

Introducción

El deshidratador de alimentos con energía geotérmica de baja entalpía que se presenta en esta tesis, fue diseñado y construido como prototipo experimental por un grupo llamado investigación multidisciplinaria de proyectos universitarios de liderazgo y superación académica (IMPULSA), creado en 2006, ahora conocido como instituto de ingeniería desalación y energías alternas (IIDEA) , dicho grupo se dedica al desarrollo de proyectos para el aprovechamiento de energías alternas, buscando mejorar la calidad de vida de algunas zonas del país mediante la producción de bienes y servicios como la generación de electricidad, agua potable y conservación de alimentos.

En el año 2009 se tuvo el primer prototipo experimental en físico del deshidratador geotérmico, con el cual se realizaron las primeras pruebas de deshidratado con el jitomate, posteriormente en el año 2014 se rediseñó el deshidratador, obteniéndose en 2016 la patente a nombre del instituto de ingeniería de la UNAM, en ese mismo año se elaboró un convenio de colaboración con la facultad de química con el objetivo de obtener los estudios microbiológicos y sensoriales de los alimentos deshidratados. Dichos estudios se realizaron para el deshidratado del jitomate, manzana, mango y guayaba, los resultados se presentaron en tesis de licenciatura.

Actualmente el deshidratador se encuentra en la etapa de comercialización, por lo cual se elaboró una segmentación de mercado de acuerdo al recurso geotérmico, condiciones sociodemográficas y económicas, obtenidas de fuentes secundarias para obtener el estados de la república mexicana con el recurso geotérmico y la infraestructura óptimas para la implementación del deshidratador. Entre los estados seleccionados para su implementación se encontró, entre otras opciones, el estado de Nayarit. Debido a esto, en esta tesis se presenta un análisis de riesgo empleando la simulación Monte Carlo para el proyecto del deshidratador geotérmico en Nayarit, de manera que se obtenga la probabilidad de riesgo de invertir en este nuevo tipo de tecnología.

Planteamiento del Problema

En el área de Investigación y Desarrollo se tiene como principal reto pasar del invento a la innovación, es decir realizar proyectos de innovación generando un servicio o producto dirigido hacia un mercado y comercializado con éxito. Para lograr comercializar un producto o servicio innovador se requiere tener clara la problemática que soluciona logrando establecer una necesidad con los clientes, los cuales pagara por este servicio o producto, es por ello que un análisis de la demanda proporciona la confianza de saber un número aproximado de posibles ventas, lo que equivale a ganancias económicas para el proyecto de innovación. En el caso del deshidratador geotérmico de baja entalpía se busca comercializar frutos deshidratados (específicamente mango) mediante el sistema innovador que diseño Grupo IIDEA, actualmente no cuentan con un análisis de la demanda contundente lo que genera incertidumbre en la rentabilidad económica que pueda ofrecer proyecto, pues se requiere conocer si los costos operativos serán solventados por las ventas de fruta deshidratada, por lo cual resulta una problemática grave no contar con un análisis de la demanda sobre fruta deshidratada.

Justificación del Proyecto

La rentabilidad económica de un proyecto puede conocerse mediante métodos estáticos o dinámicos; los primeros no consideran el valor del dinero en tiempo ni la cronología de los flujos de efectivo, como el método de flujo de caja o el de relación costo-beneficio, los segundos si consideran la cronología de las entradas y salidas de efectivo así como el valor del dinero en el tiempo, siendo más comunes en el análisis de proyectos de inversión, estos métodos son el del valor presente neto, la tasa interna de retorno y el índice de rentabilidad. Actualmente el análisis del valor presente neto es una constante en el ámbito empresarial, sin embargo muchas veces existen variables dentro de los flujos de efectivo que tienen un cierto grado de incertidumbre, siendo cambiantes con el tiempo y provocando que las ganancias se vean afectadas, es por eso que la simulación Monte Carlo contribuye al análisis de riesgo en los proyectos de inversión, al poder calcular el valor presente neto de un proyecto de inversión las veces deseadas, modificando cuantos valores se deseen para realizar un análisis de sensibilidad exhaustivo que garantice el éxito del proyecto, la simulación que se presenta en esta tesis también emplea métodos de pronósticos de suavizado exponencial (método holt winters multiplicativo) para estimar la demanda de mango deshidratado en los E.U.A., esto implica que la proyección de ingresos está calculada mediante este método, obteniéndose una función de probabilidad que puede ser integrada a la simulación Monte Carlo para poder analizar el comportamiento del valor presente neto basado en un análisis de demanda, dando como resultado una buena toma de decisión para invertir en un proyecto conociendo previamente la rentabilidad que puede ofrecer, esto gracias a la herramienta de la simulación Monte Carlo basado en pronósticos de venta. Poder simular n veces las entradas y salidas de efectivo de un proyecto, así como atribuir una función de probabilidad (lo cual implica que exista un valor medio y un rango) a valores clave; como dar un precio medio de venta, así como los máximos y mínimos para cierta temporada del año, o variar el costo de materiales imprescindibles en la producción de acuerdo a los precios ofrecidos por proveedores te ofrece una base sólida para conocer la rentabilidad económica de un proyecto y como las variables que lo constituyen repercuten su valor presente neto (ganancias), ayudando también a la acertada toma de decisiones a futuro.

Objetivos Generales

Realizar un análisis de riesgo para un proyecto de inversión, sobre un deshidratador geotérmico de baja entalpia, mediante simulación Monte Carlo y una estimación de venta basada en un pronóstico Holt Winters multiplicativo, con el fin de conocer si el proyecto es rentable económicamente para invertir en él.

Objetivos Particulares

- Conocer parte de la demanda de los principales frutos deshidratados que se consumen a nivel internacional.
- Aplicar el Método Holt Winters para tener una estimación de ventas sobre la demanda de frutos deshidratados.
- Realizar un análisis financiero del deshidratador geotérmico de baja entalpia en Nayarit.
- Realizar un análisis de riesgo de inversión para el deshidratador geotérmico de baja entalpia en Nayarit.
- Realizar una Simulación Montecarlo para el proyecto del deshidratador en Nayarit.
- Determinar el riesgo de invertir en el proyecto del deshidratador en Nayarit.

Marco Teórico

Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto consiste en un método de análisis para proyectos de inversión; se realiza una equivalencia entre los ingresos actuales y futuros contra los costos actuales y futuros, conocidos también como flujos de efectivo, obteniéndose un valor presente único del proyecto. De tal modo que este método ayuda a determinar qué tan aceptable es un proyecto en términos económicos, siendo probablemente el más eficiente. (Park, Fundamentos de Ingeniería Ecocómica, 2009)

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la rentabilidad que ofrece una inversión, es decir, el porcentaje de ganancias o pérdidas que ofrece un proyecto a lo largo de su vida útil.

Análisis de Riesgo en un Proyecto de Inversión

En un proyecto de inversión el término **riesgo** describe la poca certeza que se tiene sobre los flujos de efectivo, para los cuales se puede considerar una selección de resultados junto con sus posibilidades (probabilidades). El **riesgo de un proyecto** define la variabilidad en el valor presente (VP) de un proyecto, un riesgo alto se presenta cuando hay una mayor variabilidad en el VP.

El origen del riesgo al invertir cantidades importantes de capital, como lanzar un nuevo producto o servicio, se debe a múltiples factores que deben ser estimados; el mercado total para el producto, el costo de fabricación de producto, el crecimiento del mercado, el precio de venta, vida útil del producto, la participación del mercado que la compañía puede alcanzar, escalabilidad de las instalaciones, tasas efectivas de impuestos entre otros factores de acuerdo al proyecto. La mayoría de dichos factores muestran incertidumbre por lo cual se realiza una “estimación óptima” de un solo número para así poder calcular las medidas de rentabilidad (VPN o Tasa de Retorno). Al realizar este enfoque no se tiene una garantía de que los valores óptimos coincidan con los valores reales (Park, Fundamentos de Ingeniería Económica, 2009).

A menudo los administradores de proyecto asignan un intervalo posible de valores a los flujos de efectivo, siendo posible lo anterior se deduce que el VPN también puede tener un intervalo de valores. Es entonces cuando se busca evaluar la probabilidad y la confiabilidad de cada uno de los flujos de efectivo, para así saber también la confiabilidad de invertir en un proyecto. La asignación de dichas probabilidades de los diversos resultados en un proyecto de inversión es a lo que se le conoce como **análisis de riesgo**.

Existen tres métodos para realizar un análisis de riesgo, a continuación se explican brevemente.

Análisis de Sensibilidad

Es una técnica en la cual se prueban distintos valores de las variables clave en el proyecto para visualizar mediante graficas que tan sensible es el VPN ante cambios efectuados en las variables claves. Cuanto más pronunciada es la pendiente el VPN es ve más afectado por la variable que se estudie en particular, de este modo esta técnica ayuda a identificar cuáles son las variables que deben tener mayor consideración al impactar directamente en el resultado final. (Park, Fundamentos de Ingeniería Económica, 2009)

Análisis de Equilibrio

El análisis de equilibrio sirve para determinar el nivel de operaciones necesarias para cubrir todos los costos, como planear las ventas, planear la producción, evaluar la rentabilidad de los diversos niveles de producción y ventas. Lo anterior se obtiene al calcular el **Punto de Equilibrio (P.E.)**, donde los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir, no se gana (utilidad) ni se pierde. Para calcular el punto de equilibrio primero se determina un **Precio Unitario (PU)** o costo de venta, siendo estas las ganancias del proyecto que se esté evaluando, después se realiza una clasificación de costos entre **Costos Fijos (CF)** y **Costos Variables (CV)**; los primeros costos se refieren a aquellos que no varían con el volumen de producción y que por tanto son recuperables, por ejemplo el costo de arrendamiento de un local, los segundos hacen referencia a aquellos costos que están sujetos al volumen de producción como la materia prima. Las fórmulas para obtener el punto de equilibrio son la ecuación 1,(para unidades) y la ecuación 2 (para valores monetarios) presentadas a continuación:

Ecuación 1 Punto de equilibrio para unidades

$$\text{Punto de Equilibrio (P.E)} = \frac{\text{Costos Fijos (CF)}}{\text{Precio Unitario (PU)} - \text{Costo Variable (CV)}}$$

Ecuación 2 Punto de equilibrio para valores monetarios

$$\text{Punto de Equilibrio (P.E)} = \frac{\text{Costos Fijos (CF)}}{1 - \frac{\text{Costos Variables (CV)}}{\text{Precio Unitario (PU)}}$$

Análisis de Escenarios

El análisis de escenarios toma en cuenta la sensibilidad del VPN ante cambios en las variables clave y el intervalo de los valores probables para dichas variables. Generándose así escenarios probables tanto el caso base como las peores y mejores condiciones para así comprar el VPN. (Park, Fundamentos de Ingeniería Económica, 2009)

Planeación de la Demanda

Series de Tiempo

En casi todas las ramas de la ciencia existen valores o datos observados a lo largo del tiempo y que por ende están ordenados cronológicamente, a este tipo de datos se le conoce como series de tiempo. El objetivo de analizar una serie de tiempo es observar gráficamente si la serie de tiempo sigue un patrón de comportamiento determinado y en función de esto elegir un modelo intentar predecir el comportamiento futuro de la serie de tiempo. Para dicho modelado se requiere encontrar patrones de regularidad en diferentes secciones de la serie de tiempo y así poder describirla con modelos basados en una distribución de probabilidad. Existen cinco tipos de patrones que se pueden presentar en una serie de tiempo. A continuación se describen dichos patrones, la clasificación de los métodos de pronósticos, para así mostrar el papel que juega el método Holt Winters en el modelado de una serie de tiempo.

Patrón Horizontal

En el patrón horizontal los datos observados fluctúan alrededor de un valor medio (obsérvese la ilustración 1), resultando igualmente probable que el siguiente valor de la serie se encuentre arriba o debajo de tal valor. En estadística este patrón se conoce como estacionariedad al no presentar tendencia alguna en la serie, significando que los datos no tienden a aumentar o disminuir a través del tiempo de ninguna manera sistemática (Gómez, 2016).



Ilustración 1 Ejemplo de un patrón horizontal en una serie de tiempo (Gómez, 2016)

Patrón estacional (Estacionalidad)

En este tipo de patrón los datos fluctúan alrededor de un factor estacional pues cada cierto periodo de tiempo se presenta un patrón similar y se repite de acuerdo a este factor. Los periodos pueden ser meses, trimestres, bimestres, días de la semana u horas del día. Dichos patrones estacionales se repiten cada año debido a muchas razones, una de las más comunes es el clima; las peleterías registran un incremento de ventas durante la primavera (Mayo a Marzo en el Hemisferio Norte) y que por el contrario en ese mismo periodo las ventas de abrigos se ve disminuida. (Gómez, 2016)

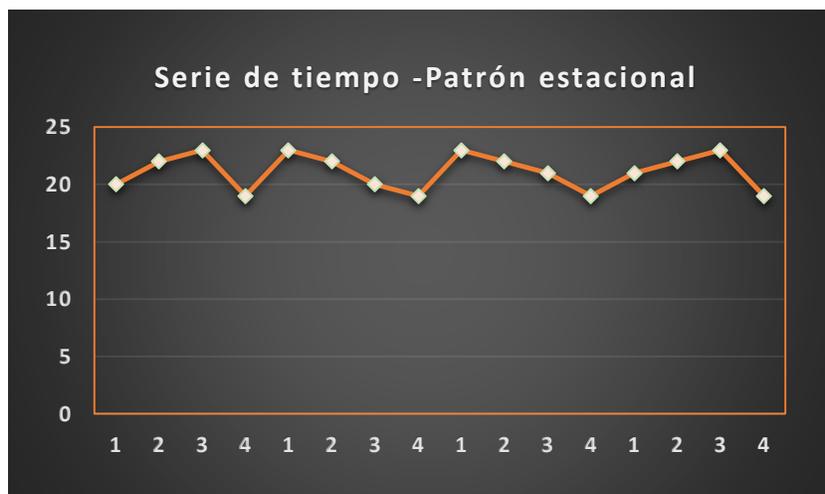


Ilustración 2 Ejemplo de un patrón estacional en una serie de tiempo (Gómez, 2016)

Patrón tendencial (Tendencia)

Se presenta cuando los datos ascienden o disminuyen a lo largo del tiempo; el aumento de la demanda de agua potable, el consumo eléctrico, el aumento de la población, son algunos casos. Los datos con tendencia pueden ser ajustados a una recta o curva, para así poder modelar la serie (Gómez, 2016). En la ilustración 3 se muestra el comportamiento de una serie con tendencia ascendente.

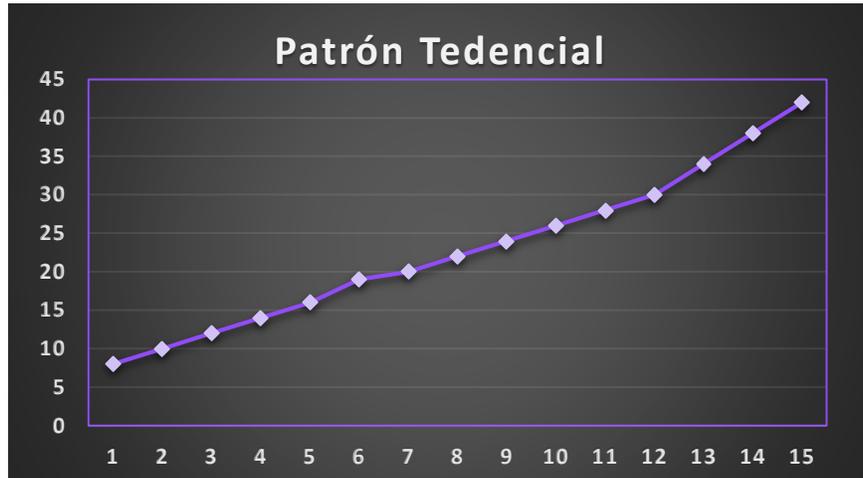


Ilustración 3 Ejemplo de un patrón tendencial en una serie de tiempo (Gómez, 2016)

Patrón Cíclico (Cíclico)

Este tipo de patrón es similar al estacional, la diferencia es que el periodo de fluctuación es mayor a un año, es decir que el patrón cíclico se puede presentar por ejemplo en tres, cuatro o seis años o más. Este tipo de patrón no se repite a intervalos constantes de tiempo y su duración no es uniforme por lo que es más difícil pronosticar este tipo de series. Un patrón cíclico que se presenta en México es la caída del PIB cada cambio de sexenio. (Gallegos, 2016)

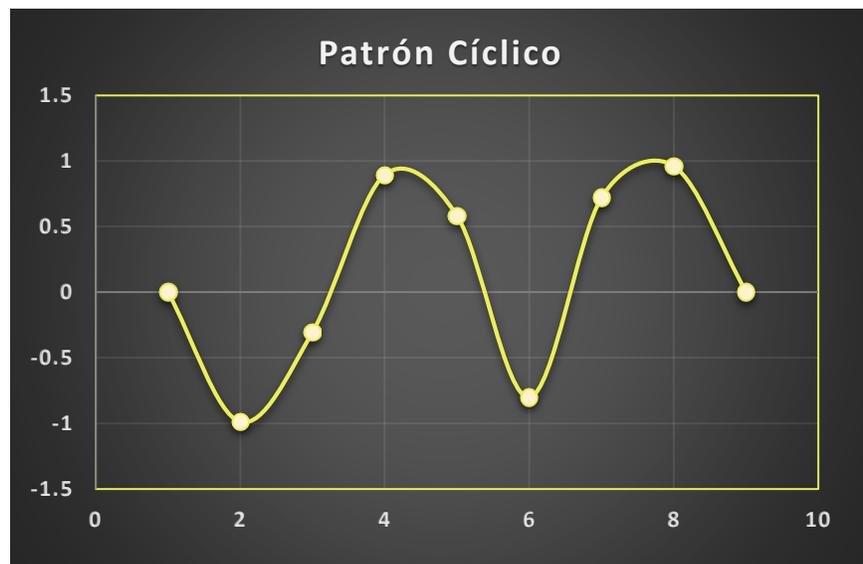


Ilustración 4 Ejemplo de un patrón cíclico en una serie de tiempo

Otro patrón que se hace presente en una serie de tiempo es la irregularidad, la cual se presenta por dos tipos de sucesos; eventos especiales (terremotos, inundaciones, huelgas) y por variaciones aleatorias, es decir que las causas no pueden señalarse en forma exacta. Al momento de pronosticar una serie de tiempo y elegir la técnica a utilizar se deben tomar en cuenta los patrones de datos previamente explicados, el tipo periodo (mensual o anual), el costo del pronóstico, la disponibilidad de la información, la facilidad de operar y entender el método de pronóstico y la exactitud deseada. Siendo este último factor una de los más influyentes al momento de elegir el método de pronóstico, las predicciones futuras de la serie. Para saber que tan exacto es un método de pronóstico se realiza la diferencia entre el valor real y lo que se ha pronosticado, esto se le conoce como el error, representado matemáticamente como:

$$e_i = X_i - F_i$$

Donde

e_i es el error del periodo de tiempo i

X_i es el valor real en el periodo i

F_i es el valor pronosticado en el periodo i

A continuación se muestra un compendio de las medidas de exactitud para los métodos de pronósticos:

1. Error Medio

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

2. Desviación absoluta media

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

3. Error Cuadrado Medio

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

4. Desviación típica de los errores

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n-1}}$$

5. Error porcentual

$$PE_i = \frac{X_i - F_i}{X_i} \times 100$$

6. Error porcentual medio

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n}$$

7. Error porcentual medio absoluto

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

Las fórmulas más empleadas para medir la exactitud de los métodos de pronósticos son, la desviación absoluta media y el error cuadrado medio, además de ser las más directas. (Gómez, 2016)

Métodos de Pronósticos

Existen diversos métodos cuantitativos para pronosticar el comportamiento de una serie de tiempo; Los *Métodos Estáticos*, se basa en patrones visibles en una gráfica de series de tiempo los cuales no cambian con el tiempo es decir patrones estáticos, los *Métodos Dinámicos de Promedios Móviles*, en este caso los patrones cambian en el tiempo mostrando tendencia y estacionalidad, se incluyen dentro de esta clasificación los métodos de suavizado exponencial simple, doble y el método Holt Winters como técnicas para estudiar patrones dinámicos, por último se tiene el *Método de pronóstico ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)*, en el cual los patrones no son visibles en la serie de tiempo, teniendo que emplear funciones de diferencias, autocorrelación y autocorrelación parcial para obtener un modelo aceptable de la serie tiempo.

Método Holt Winter

El método de Holt Winter es un procedimiento de suavizamiento exponencial, útil cuando en una serie de tiempo se presenta un patrón de tendencia y estacionalidad ya sea de forma aditiva o multiplicativa.

El efecto aditivo se presenta cuando el patrón estacional no depende de los datos de la serie, es decir la magnitud del patrón estacional no cambia si los datos incrementan o disminuyen.

El efecto multiplicativo se presenta cuando el patrón estacional depende de los datos de la serie, es decir la magnitud del patrón estacional aumenta conforme los datos se incrementan y al decrecer los datos la magnitud del patrón estacional también disminuye. (Bruce L. Bowerman R. T., 2007)

Método Holt Winter Multiplicativo

El Método Holt Winter Multiplicativo es idóneo cuando en una serie de tiempo se presenta un patrón de tendencia lineal y un patrón estacional multiplicativo para los cuales la media, la tasa de crecimiento y el factor estacional manifiestan cambios en el tiempo. Para estimar un pronóstico en una serie de tiempo con dichas características, el método Winter no pondera de igual manera los valores observados en la serie, ya que mediante constantes de suavización se determina cuanto peso se da a cada valor observado. Las ecuaciones de suavizamiento del nivel o media (l_T), tasa de crecimiento (b_T) y el factor estacional (sn_T) se presentan a continuación:

$$l_T = \alpha(y_T/sn_{T-L}) + (1 - \alpha)(l_{T-1} + b_{T-1})$$

$$b_T = \beta(l_T - l_{T-1}) + (1 - \gamma)b_{T-1}$$

$$sn_T = \delta(y_T/l_T) + (1 - \delta)sn_{T-L}$$

Donde α , β y δ son constantes de suavización entre 0 y 1, l_{T-1} y b_{T-1} son estimaciones para el nivel y la tasa de crecimiento, y sn_{T-L} es la estimación más reciente del factor estacional para el periodo T , se denota a L como la cantidad de estaciones en un año ($L=6$ datos semestrales, $L=4$ datos trimestrales).

Siendo entonces el pronóstico puntal para el periodo T de la siguiente manera:

$$y_T = (l_T + b_T)sn_{T-L}$$

Este método se aplica se aplica a series de tiempo como la que se muestra en la Ilustración 5.



Ilustración 5 Serie de tiempo en la cual se aplica el método Holt Winter Multiplicativo

Simulación Monte Carlo

La Simulación Monte Carlo es un método cuantitativo que hace uso de la estadística y los ordenadores para imitar mediante modelos matemáticos sistemas reales no dinámicos, en general se emplea cuando un sistema va cambiando en el tiempo y también en simulación de eventos discretos así como o continuos. Este método tiene su base teórica en la ley de los grandes números, la cual nos dice: La frecuencia relativa de un suceso tiende a estabilizarse hacia un valor observado a medida a medida que se repita el experimento.

Un ejemplo muy común para demostrar la ley de los grandes números es al arrojar una moneda y observar como la frecuencia relativa va estabilizándose, en la Ilustración 6 se muestra la gráfica de $n=1,000$ tiradas y como se llega a un valor medio después de las repeticiones.

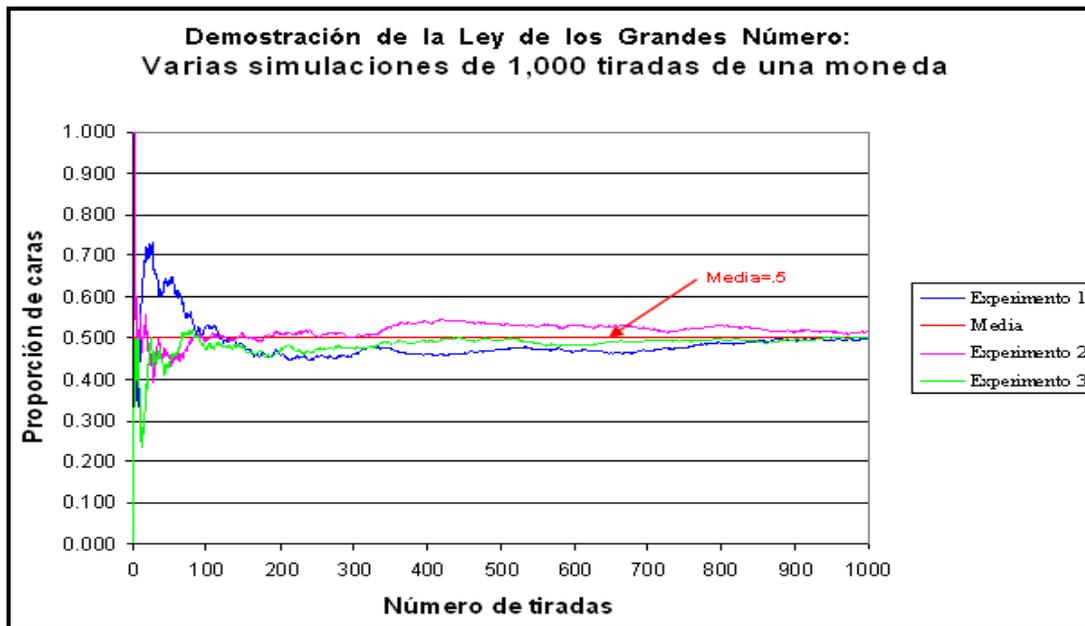


Ilustración 6 Demostración de la Ley de los Grandes Números (IBAC, 2016)

El factor determinante de la Simulación Montecarlo es realizar el diseño de un sistema, proceso o actividad mediante un modelo matemático, identificando las variables aleatorias (*inputs* del modelo) que definen el comportamiento global del sistema. Una vez identificadas las variables aleatorias o *inputs* se realiza un experimento para generar muestras aleatorias (valores concretos) para dichos *inputs*, empleando la capacidad de los ordenadores para obtener estos valores aleatorios y analizar el comportamiento del sistema ante tales valores. Este experimento se repite n veces teniéndose así n observaciones sobre el comportamiento del sistema, con las cuales se podrá entender su funcionamiento. El análisis del sistema será más preciso a mayor número n de experimentos que se realicen al sistema en estudio.

Energía

La energía adopta muchas formas o manifestaciones, siendo la propiedad que tienen los cuerpos de generar fuerza o movimiento, dichas manifestaciones deben ser adaptadas y transformadas de tal modo que los seres humanos puedan aprovecharla, como en el caso de la obtención de la energía eléctrica o mecánica.

Fuentes de energía

Las fuentes de energía son los recursos de la naturaleza que se tienen para producir energía destinada a diversos usos. Existen dos tipos de fuentes de energía; renovables y no renovables, las primeras engloban a fuentes que en teoría no se agotan y se renuevan constantemente con el paso del tiempo, las segundas son aquellos recursos limitados cuya velocidad de consumo es mayor al de su regeneración (Jiménez, 2015).

Energía geotérmica

Proviene de la energía interior del planeta tierra, en forma de calor acumulado en su núcleo durante el proceso de formación y transformación del planeta. El calor almacenado en el interior de la tierra no se encuentra uniformemente distribuido, sino que es más elevado en el núcleo y de menor intensidad en la corteza dando lugar a lo que se conoce como gradiente térmico (Jiménez, 2015). Es debido a este gradiente térmico que las aplicaciones de esta energía se dividen principalmente en dos; la primera es aprovechar el vapor natural y agua caliente para la generación de energía eléctrica, la segunda es aprovechar la capacidad térmica no en usos eléctricos (invernaderos, acuicultura, calefacción de espacios, entre otros), esta segunda aplicación se conoce también como los usos directos de la geotermia. Para fines prácticos se empleará la definición oficial del Consejo Europeo de Energía Geotérmica (EGEC); “Energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra”.

Entalpía

Cantidad de energía térmica que un objeto o fluido pueden intercambiar con su entorno. Las unidades de medida para expresarla son kJ/kg o kcal/kg (Pérez González, 2014).

Energía geotérmica de alta entalpía

Este tipo de geotermia ocurre cuando se cumplen las condiciones clásicas de existencia de un yacimiento y el foco de calor permite que el fluido se encuentre en condiciones de presión y alta temperatura (superior al menos a los 150°C). Las características termodinámicas del fluido permiten su aprovechamiento para la producción de electricidad. Su principal funcionamiento, se basa en la transferencia de energía térmica desde las capas interiores de la tierra. Es factible para implementar desde aplicaciones pequeñas, de unos cientos de kW, hasta proyectos de mayor capacidad. Sin embargo los costos de perforación hacen viables sólo grandes proyectos.

El aprovechamiento de la energía geotérmica puede hacerse directamente si se dan de forma natural las condiciones geológicas y físicas para ello. Si el yacimiento geotérmico cuenta con condiciones físico-geológicas favorables pero no existe fluido, éste podría inyectarse creando así un yacimiento de roca caliente seca (Renovables, 2017)

Energía geotérmica de media entalpía

Cuando la temperatura del subsuelo está comprendida entre los 100 ° C y los 150 ° C, el agua del terreno se encuentra en estado gaseoso (a presión normal). Por tanto se puede aprovechar para la producción de

electricidad mediante ciclos binarios. La extracción del recurso no es aplicable con bombas de calor geotérmicas. (Baeza Zamora, 2009)

Energía geotérmica de baja entalpía

Se genera cuando la temperatura del fluido es inferior a los 100°C. Esta energía es aprovechada mediante tubos colectores cuyos fluidos internos son encargados de transportar la energía térmica hacia bombas de calor. Los tubos colectores son instalados de forma horizontal o vertical, bajo la superficie con distintas configuraciones. Se sabe que la variación de temperatura pasados los 10 o 20 metros de profundidad es muy poca, por lo que vuelve a la geotermia de baja entalpía como una fuente inagotable y contante de energía. La utilización más habitual de los yacimientos de baja entalpía es la calefacción de viviendas y locales, cuando se tiene temperaturas de entre 50 a 100°C. Los fluidos con temperaturas inferiores suelen ser utilizados en instalaciones balnearias, ya que su nivel térmico no permite, en general, su uso en sistemas convencionales de calefacción de viviendas, siendo utilizado en otros usos (calefacción de invernaderos, acuicultura, etc.).

Yacimientos geotérmicos

Cuando existen las circunstancias adecuadas para que en el interior del planeta haya materiales permeables llenos de agua que interceptan el flujo de calor desde el interior de la tierra, y a su vez estos materiales se encuentren suficientemente “sellados” en su parte inferior y superior por materiales impermeables, se tienen entonces las condiciones favorables para la existencia de un yacimiento geotérmico. Las condiciones clásicas para la existencia de dichos yacimientos son; la presencia de un foco de calor activo, un material permeable con su base impermeable (almacén geotérmico) donde circula el fluido (generalmente agua de origen meteórica, en fase líquida o vapor) y finalmente un sello que impida (o al menos limite) el escape del fluido (IDAE & España, 2016). Los yacimientos geotérmicos convencionales se clasifican de acuerdo a los niveles energéticos de los fluidos en ellos contenidos, en la Tabla 1 se muestra la clasificación de los yacimientos de acuerdo a la temperatura que pueden aportar.

Tabla 1 Tipos de yacimientos geotérmicos

| Yacimientos | Temperaturas | Tecnología | Aplicación |
|--------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Muy baja entalpía | 5 - 25 °C | Intercambiadores | Climatización de Espacios |
| Baja Entalpía | 25 - 50 °C | Bomba e Intercambiadores de Calor | Aguas Termales |
| | 50 – 100°C | | Secado Agrícola |
| Media Entalpía | 100 – 150 °C | Ciclos binarios | Electricidad |
| Alta Entalpía | >150°C | Ciclos binarios | Electricidad |

Capítulo 1. ANTECEDENTES

En este capítulo se muestran los temas relevantes entorno a la presente tesis; el primero son los usos directos de la geotermia, posteriormente se hace referencia a los diversos puntos de energía geotérmica en la república mexicana, los tipos de deshidratadores que existen actualmente y por último se menciona la importancia de la fruta deshidratada así como su prevalencia a nivel mundial.

1.1 Usos Directos de la energía geotérmica

El uso directo de la energía geotérmica es una de las formas más versátiles, comunes y más antiguas de utilización de la energía geotérmica. Tradicionalmente, el uso directo de la energía geotérmica había sido desarrollando a pequeña escala por los individuos. Actualmente los desarrollos más recientes involucran proyectos a gran escala, como la calefacción de zonas urbanas (Francia e Islandia), grandes usos industriales (Nueva Zelanda y los E.U.A.) o la calefacción de complejos invernaderos (Hungria y Rusia) (Dickson & Fanelli, 2003). Parte fundamental de esto son los equipos tecnológicos cada vez más eficientes y mejor adaptados para proyectos geotérmicos, como los intercambiadores de calor los cuales permiten el uso de agua a baja temperatura y fluidos altamente salinos.

Otro de estos equipos son las bombas de calor que utilizan fluido de muy baja temperatura lo cual ha extendido desarrollos geotérmicos en países tradicionalmente no geotérmicos como Canadá, Francia, Suiza y Suecia, así como en áreas del medio oeste y este de los Estados Unidos. La mayoría de los equipos utilizados en estos proyectos son estándar y sólo se requieren realizar ligeras modificaciones para manejar los fluidos geotérmicos (Lund J. W., 2005).

A continuación se hace una breve introducción sobre el trabajo que se ha realizado a nivel mundial con los usos directos de la geotermia, abordando sólo los usos más populares finalizando con las consideraciones económicas que dichos usos conllevan.

1.1.1 Calefacción de espacios

Esta aplicación no era tan popular debido a los altos requisitos en la temperatura y baja eficiencia. Recientemente se han encontrado equipos instalados con una temperatura menor a los 100 °C de manera eficiente. Los edificios calentados a partir de pozos individuales más conocidos se encuentran en Taupo y Rotura, Nueva Zelanda y Klamath Falls, E.U.A. en este último estado, específicamente en el Instituto de Tecnología de Oregón en Klamath Falls se emplean tres pozos a 89 °C para acondicionar aproximadamente 70,000 m² de espacio (equivalente a doce edificios) (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotermica, 2010).

1.1.2 Calefacción de invernaderos

En el año 2010 la calefacción de invernaderos por medio de los usos directos aumentó, con respecto al año anterior, un 10% en capacidad instalada. Se informó que 34 países emplean la energía geotérmica de baja entalpía para la calefacción de invernaderos, los principales son; China, Hungría, Italia, Rusia y Turquía.

Los principales productos que se cultivan dentro de los invernaderos son flores y hortalizas, recientemente frutas como plátanos en Islandia (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotérmica, 2010), en Italia comenzó un proyecto piloto al cultivar algas dentro de invernaderos empleando los usos directos para su acondicionamiento, obsérvese la Ilustración 7.



Ilustración 7 Invernadero de algas en Italia (Richter, O'Halloran, 2018).

En México se comienzan también a realizar estudios para la calefacción de invernaderos por medio de la energía geotérmica de baja entalpía, por ejemplo en 2016 se publicó la tesis de la ingeniería mecánica Andrea Jasso sobre este tema.

1.1.3 Acuicultura

Con respecto a la calefacción de estanques para la crianza de especies, en el plano de producción pesquera, se sabe que 22 países emplean los usos directos de la energía geotérmica en este rubro, los principales son; China, E.U.A., Islandia, Israel e Italia. Las instalaciones en estos países requieren de personal especializado y abundante mano de obra, resultando difícil de justificar económicamente provocando un crecimiento lento con respecto a esta aplicación de usos directos. Las especies de crianza más comunes son la tilapia, trucha y salmón, pero también se cultivan caimanes, langostas, langostinos y camarones (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotérmica, 2010), una muestra de esta última especie se encuentra en la región de Gila Bend, en Arizona, donde se encuentra una granja camaronera, obsérvese la Ilustración 7.



Ilustración 8 Aplicación acuícola con energía geotérmica (Brewer, 2018).

1.1.4 Secado Agrícola

La temperatura moderada que puede otorgar la energía geotérmica resulta importante para diversos frutos y vegetales que se pueden deshidratar con temperaturas del aire de entre 40° a 100° C mediante deshidratadores con bandas transportadores (deshidratador de túnel) o bien deshidratadores con bandejas (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotérmica, 2010). En Grecia se emplea la energía geotermia de baja entalpia para realizar la deshidratación de jitomates a pequeña escala; en un deshidratador de túnel de 14 metros de largo que emplea un intercambiador de tubos aletados, donde ingresa el agua geotérmica a 59°C, se introducen las bandejas o charolas (obsérvese la ilustración 9-a), aproximadamente 25, por cada bandeja se

colocan 7 kg en fresco de jitomate, en total se introducen 4200 kg frescos y se obtienen 400 kg de deshidratado, posteriormente se conserva en aceite de oliva y empaqueta (obsérvese la ilustración 9-b) (Andritsos N., 2018).

En 2010 se reportó que 14 países emplean la energía geotérmica para la deshidratación, entre los cultivos que se trabajan son; cebolla (E.U.A.), trigo y cereales (Siria), alfalfa (Nueva Zelanda), carne de coco (Filipinas) y frutas (El Salvador, Guatemala, Chile y México) (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotermica, 2010).



Ilustración 9 Deshidratación de tomates con energía geotérmica en Grecia: a) Entrada al túnel del deshidratador b) Producto terminado (Andritsos N., 2018)

1.1.5 Balnearios

Bañar y nadar en aguas termales es quizás una de las aplicaciones más antiguas y comunes de la energía geotérmica, lo que a su vez también hace difícil cuantificar la capacidad y uso anual de esta aplicación. Tan solo en Japón existen 2,200 zonas con aguas termales a las que asisten más de 100 millones de visitas anualmente, en E.U.A. hay más de 115 balnearios geotérmicos importantes como Saratoga Springs en Nueva York, Hot Spring en Arkansas, Thermopolis, Wyoming y Calistoga en California. En Eslovaquia existen 60 balnearios a los que asisten, por una tradición terapéutica muy arraigada, más de 460,000 pacientes. Los éxitos terapéuticos de estos balnearios o “spas” se basan en siglos de tradición curativa (balneología) que en la actualidad son complementados con los descubrimientos de la ciencia médica moderna pues dependiendo de la composición química de las aguas minerales y el gas de manantial, la disponibilidad lodo sulfuroso, y las condiciones climáticas, cada balneario está designado para un tratamiento de enfermedades específicas (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotermica, 2010), resultando a su vez sumamente rentable

económicamente, una muestra es el spa geotérmico ubicado en Islandia de aproximadamente 45 km, obsérvese la ilustración 10, el cual obtuvo ganancias de 28.2 millones de euros en el año 2016 (Richter, O'Halloran, 2018).



Ilustración 10 Spa Geotérmico Blue Lagoon en Islandia (Richter, O'Halloran, 2018).

1.1.6 Consideraciones económicas

Las aplicaciones de la energía geotérmica abarcan distintas necesidades, desde la calefacción de espacios e invernaderos, usos acuícolas, por nombrar algunos. No obstante cuando se consideran los usos de manera individual no resultan atractivos económicamente al requerir una inversión de capital alto y un bajo retorno de inversión. Un ejemplo es la calefacción urbana; requiere pozos de producción, tuberías, intercambiadores de calor y pozos de inyección, lo cual puede costar varios millones de dólares a diferencia de un sistema convencional (un sistema de combustible fósil) que solo requiere la inversión de la caldera central y líneas de distribución, el mantenimiento de ambos sistemas es similar y la diferencia radica en el costo de consumo de combustible, en el caso del sistema convencional, a lo largo de su vida útil. Para maximizar los beneficios económicos es recomendable utilizar el fluido geotérmico varias veces, a temperaturas más bajas cada vez, a esto se le conoce como utilización en cascada. La cascada geotérmica se ha propuesto y se ha intentado con éxito en una escala limitada en todo el mundo; en la planta de energía geotérmica de Otake en Japón, 165 toneladas por hora de agua caliente fluye hacia las comunidades para calefacción, invernaderos, baños y cocina, en Sapporo, Japón, las aguas residuales del sistema de fusión de la nieve del pavimento se mantienen a 65 ° C y se vuelven a usar para bañarse (Lund J. W., Utilización directa de la energía geotérmica, 2010).

1.2 Energía geotérmica en México

México es un lugar privilegiado en el mundo para la obtención de energía geotérmica debido a que en la mayor parte del país (excepto la península de Yucatán) se presenta una gran actividad tectónica y volcánica, dicha actividad ha generado sistemas volcánicos y sistemas hidrotermales, tanto fósiles como activos. La actividad tectónica y volcánica genera fenómenos como los sismos y erupciones volcánicas, siendo también fuente de una gran riqueza como los recursos minerales y geotérmicos. (Prol-Ledesma, 2016)

Las condiciones favorables y el aprovechamiento del recurso energético es lo que tiene al país en cuarto lugar a nivel mundial en capacidad eléctrica instalada mediante la geotermia, aportando el 7% de toda la producción mundial. Esta capacidad surge de la explotación de cuatro plantas geotérmicas; Cerro Prieto en Baja California (720 MW), los Azufres en Michoacán (188 MW), los Humeros en Puebla (40 MW) y las Tres Vírgenes en Baja California (10 MW).

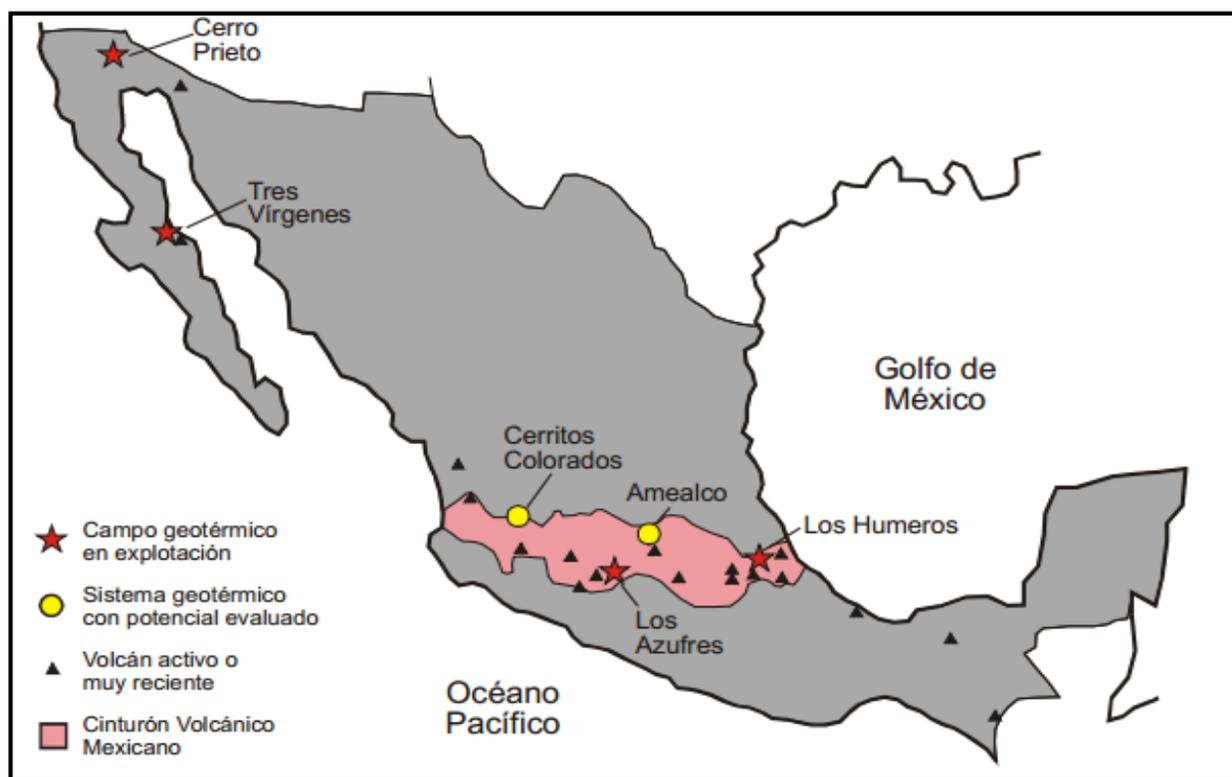


Ilustración 11 Localización de plantas geotérmicas en México. (Santoyo Gutiérrez & Torres Alvarado, 2010)

En 2010 había 556 pozos de perforación y la producción de 65.9 millones de toneladas de vapor al año, según datos proporcionados por CFE (Santoyo Gutiérrez & Torres Alvarado, 2010), de la producción de vapor mencionada un 66.4% corresponde a Cerro Prieto, 15.3% a los Azufres, 7.7% a los Humeros y 1.8% para las Tres Vírgenes.

A nivel mundial se considera un costo competitivo de 2 a 10 US¢/kW con un retorno de inversión que fluctúa entre los 800 y 3,000 US/kW. En México los costos promedio de generación son: Cerro Prieto con 3.46

US¢/kW, los Azufres con 3.29 US¢/kW, los Humeros con 3.45 US¢/kW y Tres Vírgenes con 3.45 US¢/kW. (Santoyo Gutiérrez & Torres Alvarado, 2010)

En 2014 la Comisión Reguladora de Energía (CRE) emitió los primeros dos permisos para la generación de energía geotermoeléctrica, uno de ellos corresponde a la empresa internacional Mexxus Drilling International y el segundo para una empresa 100% mexicana llamada Grupo Dragón, ambos permisos se llevan a cabo en el estado de Nayarit.

El permiso que otorgó la CRE es para generación de energía para auto abasto a clientes principalmente de Grupo Salinas, además de gobiernos municipales y estatales de Veracruz, Guanajuato, Querétaro y el Estado de México. (Mejía, 2015)

El panorama de la energía geotérmica en México es bastante prometedor en cuanto al aprovechamiento del recurso, se cuenta con bastantes puntos geotérmicos en explotación y aún sin estudiar, lo restante es estudiar la factibilidad de dichos puntos para implementar aplicaciones acorde al recurso geotérmico que sean provechosas social y económicamente, lo cual es algo bastante complejo y requiere del conjunto de diversos estudios y disciplinas para realizar un óptimo trabajo en la explotación y aprovechamiento de la energía geotérmica.

1.2.1 Zonas Geotérmicas de baja entalpía en la República Mexicana

La geotermia de baja entalpía en México se encuentra presente en aproximadamente 657 puntos geotérmicos, de acuerdo con un libro desarrollado por la UNAM en 1993 llamado Geotérmica en México en donde se clasifican puntos de baja, media y alta entalpía, en la Ilustración 12 se muestran solamente los puntos geotérmicos de baja entalpía distribuidos en el territorio mexicano.



Ilustración 12 República Mexicana: Geotermia de baja entalpía (Elaborado por Ricardo Caldera Cruz & Diana Méndez Calderón) información obtenida de (Rodríguez, 1993)

Dentro de los usos directos de la energía geotérmica, que pueden aportar los puntos antes ilustrados, son las bombas de calor para la calefacción y el enfriamiento de cualquier establecimiento, calentamiento de invernaderos, calefacción de estanques para la práctica de acuicultura, secado de cultivos agrícolas, madera y procesamiento de alimentos, en cuanto al sector industrial, se tiene a los balnearios y usos terapéuticos como una de las aplicaciones más antiguas del mundo con 11 mil años.

En nuestro país los balnearios es la aplicación más se aprovechada de usos directos de la geotermia. Sin embargo existen instituciones que buscan divulgar y contribuir en el desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de esta energía, el Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CEMIE-Geo) junto con la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) organizaron el primer foro empresarial sobre usos industriales de la energía geotérmica, el 1 y 2 de septiembre de 2015. Este tipo de actividades fomentan que se presente atención a las demás aplicaciones que tiene la energía geotérmica y lo provechoso que puede resultar implementarlas en el país.

1.2.1.1 Zona Geotérmica en San Pedro Lagunillas, Nayarit

El estado de Nayarit fue el primero en recibir inversión extranjera y nacional del sector privado, con la apertura de la reforma energética, específicamente en el municipio de San Pedro Lagunillas. La selección de la localidad de San Pedro Lagunillas es debido a que el punto geotérmico se encuentra mejor ubicado en cuanto a infraestructura (vías de comunicación) y disposición de materia prima. Ver Anexo 1.1.

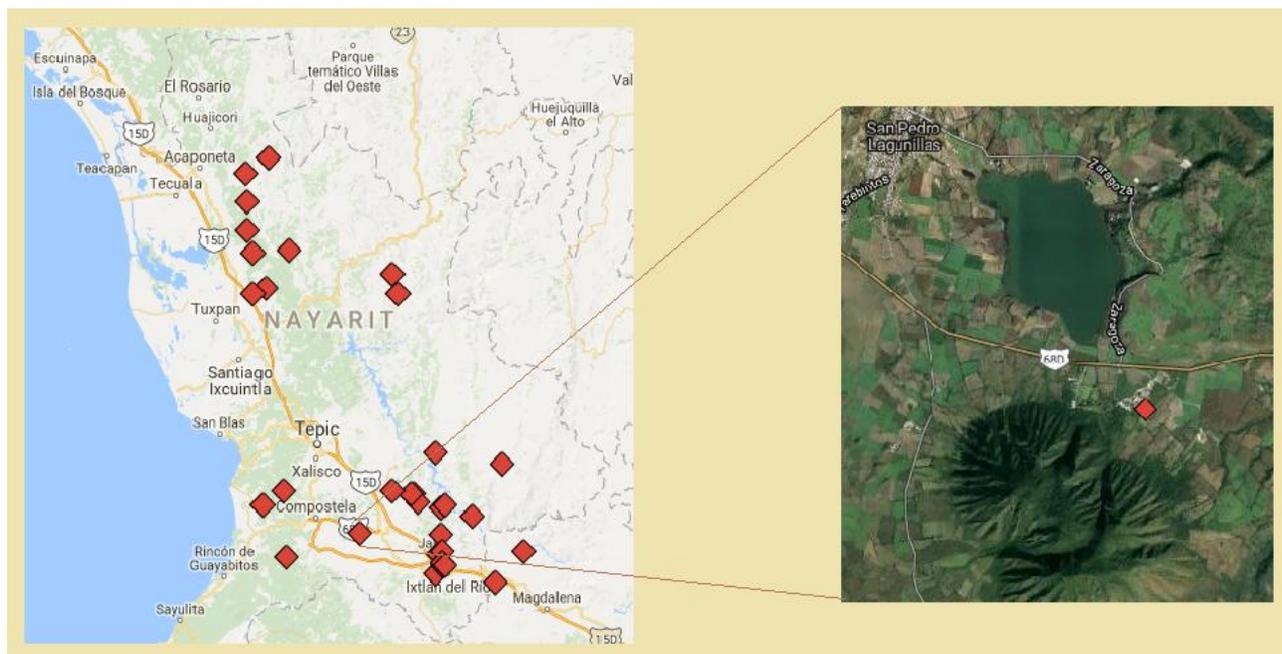


Ilustración 13 Ubicación de la primer Planta Geotérmica de inversión privada en San Pedro Lagunillas, Nayarit

1.3 Deshidratadores

La deshidratación de alimentos es una técnica que los seres humanos han empleado desde las civilizaciones antiguas hasta la época actual, con el fin de preservar los alimentos frescos para disponer de ellos en épocas de escasez. A lo largo del tiempo se han desarrollado nuevas técnicas de deshidratado y a su vez también los tipos de deshidratadores que se ajustan a estas técnicas. El primer registro patentado acerca de este tipo de tecnología fue en 1877 sobre un secador utilizando radiación y el registro de un secador al vacío, con el paso del tiempo el uso de deshidratadores jugó un papel importante en los acontecimientos bélicos, al enviar frutas y verduras deshidratadas a los soldados en guerra (E.U.A. recibió 450 toneladas de verdura deshidratada) debido a las ventajas que representa un producto deshidratado; reducción de volumen en el embalaje y almacenamiento implicando menos costos de transporte y almacén (García, 2017).

Existen en el mercado diversos tipos de deshidratadores, tanto para usos caseros como industriales, existiendo una gran variedad de diseños en el mercado para realizar a cabo este proceso; remover la humedad de los alimentos, implicando realizar dos procesos simultáneos muy importantes, el primero es transferir aire caliente a los alimentos y el segundo transmitir la humedad de los mismos al aire. Debido a esto la clasificación principal de los deshidratadores se basa en la forma en cómo se transfiere el calor al alimento, clasificándose en deshidratadores directo o por convección y deshidratadores indirectos (García, 2017).

1.3.1 Deshidratadores Directos

Los deshidratadores directos consisten en calentar un gas que entra en contacto directo con los alimentos, evaporando su humedad, este tipo de deshidratadores también son conocidos como deshidratadores convectivos, ya que al realizar la transferencia de calor entre el gas y el alimento se realiza un proceso de convección (García, 2017). En la tabla 2 se muestran algunos de los deshidratadores que entran en esta categoría.

Tabla 2 Tipo de Deshidratadores por Convección (García, 2017)

| Directos |
|-----------------------------|
| Deshidratador de horno |
| Deshidratador de bandejas |
| Deshidratador de túnel |
| Deshidratador por aspersión |

Un deshidratador directo se caracteriza por estar constituido de tres partes principales; la primera es un recinto, donde se colocan los alimentos, un sistema de calefacción y un sistema de impulsión de aire. Mediante el sistema de calefacción se transfiere energía al gas, elevando su temperatura, el cual es empujado por el sistema impulsor de aire logrando pasar por los alimentos, removiendo su humedad.

El tipo de gases que se pueden emplear van desde aire, gases inertes, vapor recalentado y hasta productos de la combustión. Este tipo de deshidratadores emplean generalmente aire como gas de contacto con los alimentos, de tal modo que el sistema de calefacción transfiere calor a los tipos de gases antes mencionados para realizar la deshidratación, los sistemas de calefacción convencionales son los de gases de combustión y

aceite caliente, recalentando aire para entrar en contacto con los alimentos, otros sistemas de calefacción son los solares y eléctricos (García, 2017).

El deshidratador geotérmico de baja entalpía de grupo IIDEA entra dentro de la clasificación de deshidratadores por convección al contar con recinto (7), sistema de calefacción (5,8) y un sistema de impulsión de aire (6) (obsérvese la ilustración 14), a continuación se describe su proceso de funcionamiento.

1.3.3.1 Deshidratador Geotérmico de Alimentos (DGA) de Grupo IIDEA.

El recurso geotérmico (menor a 150 °C) es tomado de la línea de rechazo (1) para ser ingresado a un intercambiador de calor de placas planas (5) en donde se cede parte de la energía al fluido directo de trabajo (agua blanda), dicho fluido es impulsado por una bomba (4) hacia el deshidratador y posteriormente a un tanque de almacenamiento (3). Una vez que se ha llevado a cabo este proceso de transferencia de calor, el fluido geotérmico puede ser reinyectado al subsuelo (2).

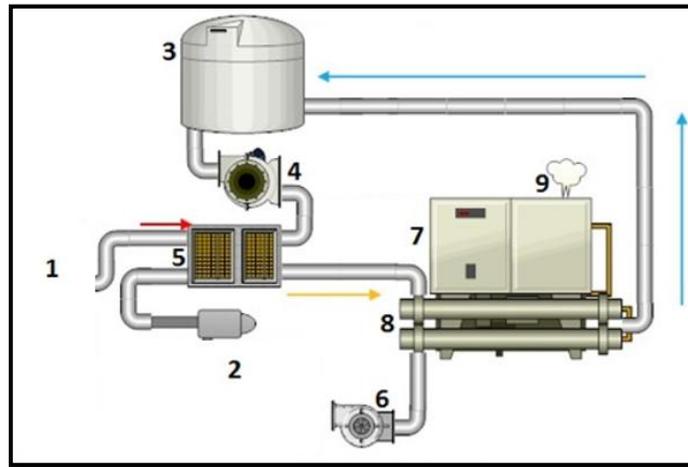


Ilustración 14 Funcionamiento del Deshidratador Geotérmico de Baja entalpía de Grupo IIDEA

Posteriormente, el agua blanda caliente (aproximadamente a 80 °C) se hace fluir por el interior de un intercambiador de calor de tubos con arreglo triangular (8), permitiendo que la temperatura del aire llega hasta 60 °C al ser impulsado por medio de un ventilador en el exterior de los tubos (6). Así el aire se ingresa a la cámara de secado (7) para la extracción gradual de la humedad de los alimentos, hasta alcanzar aproximadamente un porcentaje del 8%. Finalmente el aire utilizado es expulsado a la atmósfera por medio de una campana de extracción (9).



Ilustración 15 Deshidratador Geotérmico de Alimentos (DGA)

1.3.2 Deshidratadores Indirectos

Los deshidratadores indirectos consisten en transferir calor a los alimentos húmedos por medio de una superficie metálica, a lo que se le conoce como conducción. La transferencia de calor se puede llevar a cabo mediante agua, vapor, aceites calientes, gases de combustión o resistencias eléctricas (García, 2017), la gran desventaja de estos deshidratadores es que el alimento no es secado de manera homogénea al tener que pasar en contacto con la superficie caliente. En la tabla 3 se presentan los deshidratadores que se incluyen en esta categoría.

Tabla 3 Tipos de deshidratadores indirectos (García, 2017)

| Indirectos |
|-----------------------------|
| Deshidratador de tambor |
| Deshidratador rotatorio |
| Deshidratador dieléctrico |
| Deshidratador de microondas |

1.3 Beneficios y usos de la Fruta Deshidratada

La conservación de alimentos por medio de la deshidratación es una técnica muy antigua empleada por el hombre, en la que se elimina el agua de los alimentos a través de la evaporación por medio de fuentes de calor. Al reducir el agua de los tejidos se evita la proliferación de bacterias, mohos y levaduras, los cuales no pueden vivir en un ambiente seco, así mismo se reduce el volumen y existe un cambio de apariencia significativo en los alimentos.

Las frutas son alimentos abundantes en vitaminas, minerales y antioxidantes, también son conocidas por su sabor fresco y delicioso. Sin embargo también son productos altamente perecederos sujetos a sufrir deterioros microbiológicos y fisiológicos, daños durante la cosecha, envasado, transporte y almacenaje. Sin duda la deshidratación es una manera de aprovechar al máximo los recursos, está se puede realizar de diversas maneras y dependiendo del tipo de producto que se desee secar y la calidad con la cual se pretenda obtener. (SAGARPA)

La fruta deshidratada de manera natural o con la ayuda de alguna máquina, conserva su sabor e incluso lo intensifica debido a la pérdida de agua contienen vitaminas: A, B1, B2, B3, B6, ácido pantoténico. Así mismo mantiene en abundancia minerales tales como el calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, sodio, cobre y manganeso. La mayoría de las frutas secas conservan la misma cantidad de fibra que cuando están frescas. Sin embargo, debido al proceso de deshidratación, gran parte de la vitamina C de las frutas se pierde.

Al ser sujetas a un proceso de secado, las frutas concentran más calorías que las frutas frescas, es por eso que se dice que las frutas deshidratadas engordan, pero lo cierto es que este tipo de alimentos se recomienda a personas que mantengan actividades físicas fuertes o practiquen deportes físicamente exigentes y no para personas que intentan perder peso. (Services)

Los beneficios de la fruta deshidratada están en función de las características individuales de cada fruto, en la Tabla 4 se muestra una recopilación de algunos frutos deshidratados con los beneficios para el cuerpo humano, así como las calorías que aportan.

En general la fruta deshidratada se come como aperitivo o snack, sin embargo puede ser aprovechada en diversas recetas como; salsas, rellenos de pasteles, pizzas vegetarias, guisos relleno, aguas de sabor, helados. Tiene la ventaja de no requerir mucho volumen así como de un largo tiempo de conservación, por lo cual se puede tener variedad de fruta y no solo la de temporada. Sin duda son múltiples las ventajas de los frutos deshidratados y se requiere indagar en cada uno de ellos si se desea ingerir para saber cómo contribuyen en nuestra alimentación diaria.

Tabla 4 Propiedades de la Fruta deshidratada

| Fruta deshidratada | Beneficios | Calorías por cada 100 (g) |
|--|---|---------------------------|
| Manzana  | Ayuda para una mejor circulación, efectiva contra el estreñimiento y la diarrea. Limpia los dientes y fortalece las encías. | 243 |
| Mango  | Contiene vitaminas A y E, ácidos grasos, omega 3, ácidos grasos 6 y <u>betacarotenos</u> que ayudan a tener un sistema inmunitario fuerte, reforzando nuestras defensas, además contribuye al cuidado de la piel. | 314 |
| Higo  | Ayuda a prevenir enfermedades reumáticas ya que contiene grandes cantidades de potasio. Regula la presión arterial. Se recomienda para mejorar el control de la glucemia en personas con diabetes, reduce el colesterol y previene el cáncer de colón. | 249 |
| Chabacano  | Es una excelente fuente de potasio, calcio, hierro y de provitamina A (beta-caroteno) y niacina o B3. Aportan fibra soluble e insoluble, lo que le confiere propiedades saludables para un mejor tránsito intestinal. | 241 |
| Ciruela  | Las ciruelas secas son cinco veces más ricas en fibra que el fruto en fresco, siendo de gran ayuda para el estreñimiento y la prevención de las hemorroides. Por otro lado la ciruela seca contiene más de 20 compuestos con propiedades antioxidantes. | 240 |
| Piña  | Es digestiva, diurética y gran laxante, debido a que contiene una enzima llamada <u>bromelina</u> que funciona como los jugos gástricos además de eliminar parásitos intestinales. La piña deshidratada ayuda también a controlar la ansiedad en comedores compulsivos. | 245 |
| Plátano  | Contiene vitaminas A, B6, ácido fólico, hierro, fósforo, calcio y potasio. Debido a estos componentes ayudan a una buena digestión, beneficia a los hipertensos y previene la aparición de calambres | 346 |

1.4 Fruta Deshidratada a Nivel Mundial

Con base en una década de investigación por parte de la International Nut and Dried Council (INC); una organización internacional agrupada por alrededor de 700 empresas del sector de los frutos secos y la fruta deshidratada en más de 70 países, se encontró que la demanda de fruta deshidratada se presenta formidablemente a nivel internacional viéndose un aumento del 24% en el consumo de frutos deshidratados desde el 2004, de igual manera en la última década se notó un aumento del 22% en la producción total de fruta deshidratada, en cuanto a la comercialización se tuvo un aumento del 9% en 2013 respecto a 2012, el valor total de la oferta de fruta deshidratada alcanzo los 7.470 millones de dólares en 2014. (Gemma Garcia Farreras, 2015)

Recientemente la INC publicó en su portal electrónico un mapa mundial de flujos comerciales sobre los patrones de crecimiento y consumo del sector de frutos secos y deshidratados, en dicho mapa se muestran las exportaciones e importaciones en toneladas a nivel mundial, los principales países productores y consumidores del sector, así como el valor de la producción en dólares a lo largo de 9 años (2006-2014) en el caso de los frutos secos y 7 años (2007-2013) para los deshidratados.

En el caso de la fruta deshidratada en 2013 los tres **principales importadores** de fruta deshidratada fueron India con 333.242 toneladas, seguido de Reino Unido con 159.265 toneladas y Alemania con 143.528 toneladas. En la Ilustración 27 se muestra una comparación entre el año 2013 vs 2008 de los 10 principales importadores de frutos deshidratados, de los cuales en 2013 solamente Rusia, Canadá y Japón disminuyeron sus importaciones con respecto del 2008, los siete restantes países por el contrario aumentaron sus importaciones.

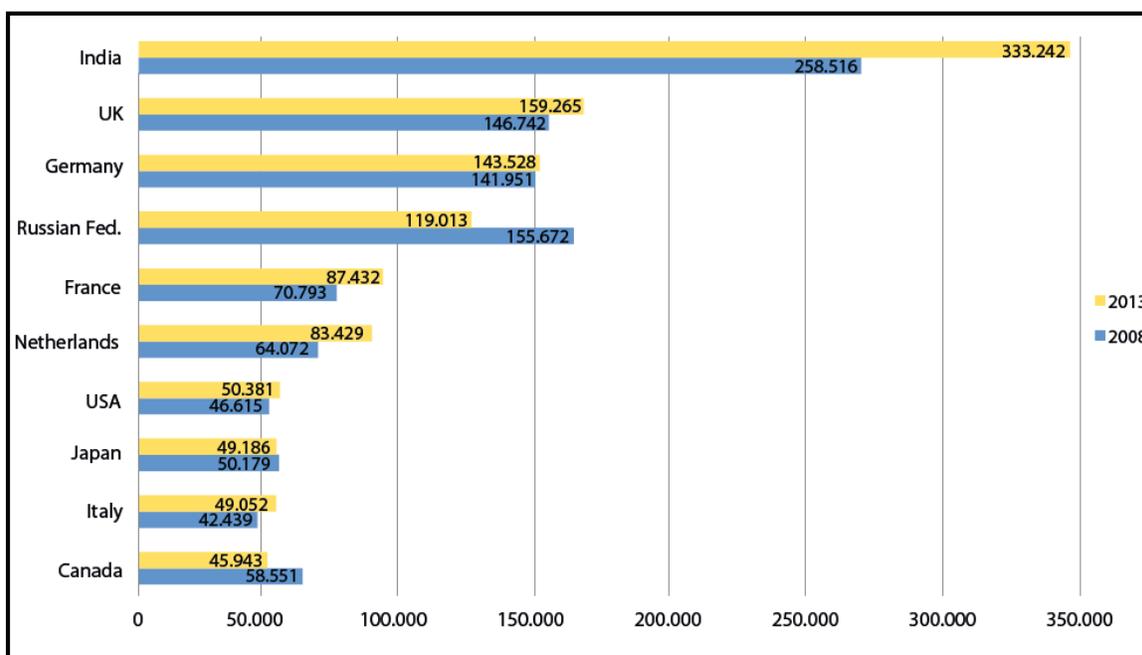


Ilustración 16 Los 10 principales importadores a nivel mundial en 2008 vs 2013 (Toneladas) (INC, 2016)

En la producción de fruta deshidratada Turquía se consolidó como el primer lugar del sector a nivel mundial al producir constantemente arriba de 300 mil toneladas, cada año a lo largo de 11 años partiendo del 2004, alcanzando su máxima producción en 2012 con aproximadamente 500 mil toneladas y recientemente en 2014 produciendo un total de 406,108 toneladas, obsérvese la ilustración 17. El segundo productor a nivel mundial en el 2014, fue E.U.A con 396,182 toneladas, teniendo sus mejores años de producción en 2008 y 2012, en tercer lugar le sigue Irán con un valor de 306,000 toneladas. En ese mismo año, de acuerdo con el INC, se tiene registrado a 7 países como los principales productores de fruta deshidratada, entre ellos los primeros tres lugares mencionados y como se muestra en la Ilustración 28 otra parte del mundo género una gran cantidad de fruta deshidratada obteniendo un valor de 759,500 toneladas, así mismo se observa como el 2012 fue el año con mayor producción de frutos deshidratados y que por el contrario el 2007 y 2010 no fueron buenos años para la producción del sector. Algo que es interesante destacar es el surgimiento de la India precisamente el 2010 como uno de los principales países productores a nivel mundial, recordando también que es el principal importador también a nivel mundial, lo cual nos refleja el gran consumo de fruta deshidratada en este país. Otro caso a resaltar es Chile, como el único país latinoamericano que se mantiene en la producción desde hace más de una década por debajo de China y Arabia Saudita.

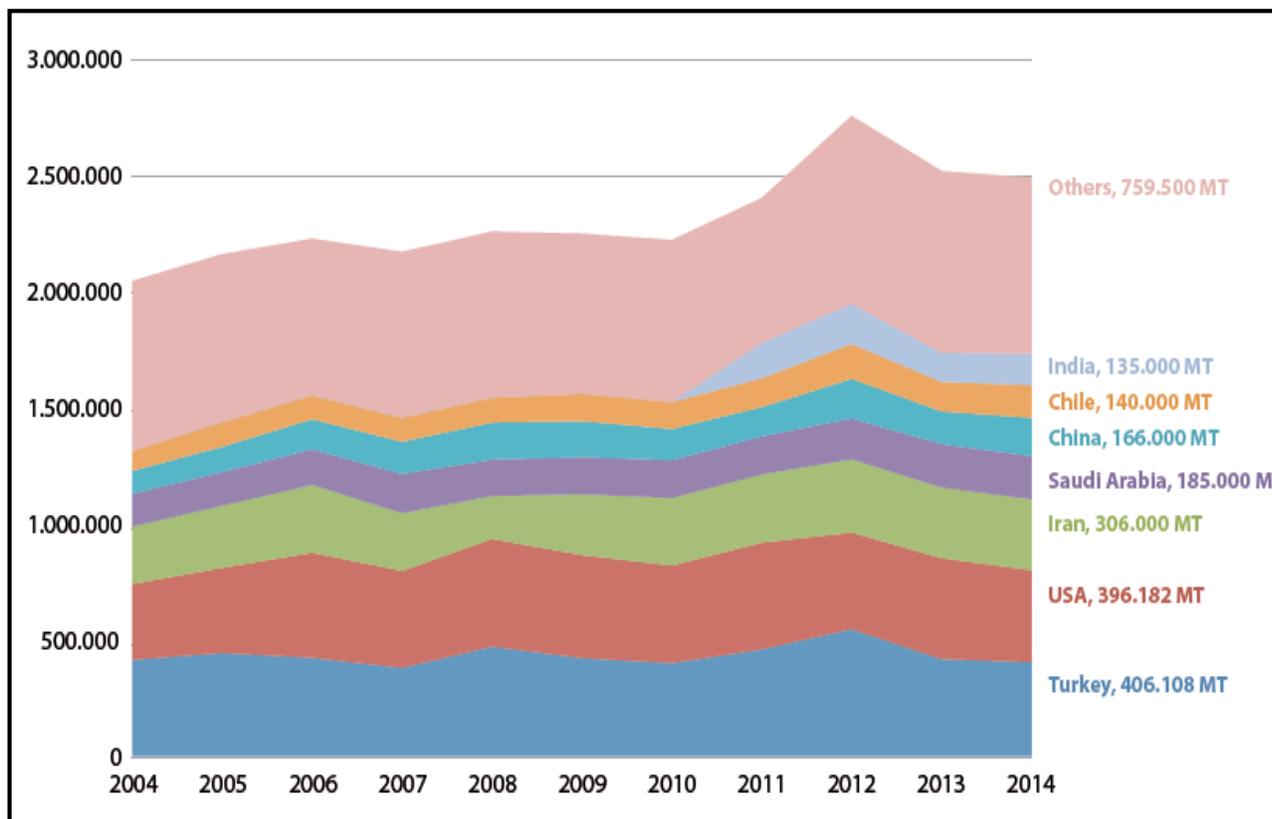


Ilustración 17 Producción de Fruta Deshidratada a nivel mundial del 2004 al 2014 (INC, 2016)

En cuanto al tipo de fruta deshidrata más exportada a nivel mundial a partir del 2007 y hasta el 2013, se encuentra la uva, el dátil, la ciruela pasa, el albaricoque y el higo, siendo la uva deshidratada (pasas) la más exportada durante los 7 años mencionados. La exportación de los cuatro frutos deshidratados alcanzaron un valor de 3.701 millones de dólares en 2013, mostrado en la Ilustración 29, en el 2011 el monto fue mayor al aproximarse a los 4 millones de dólares, después del 2010 el valor de dichos frutos no bajo de 3 millones de dólares y en promedio entre estos cuatro frutos se exportaron arriba de 1,500 toneladas.

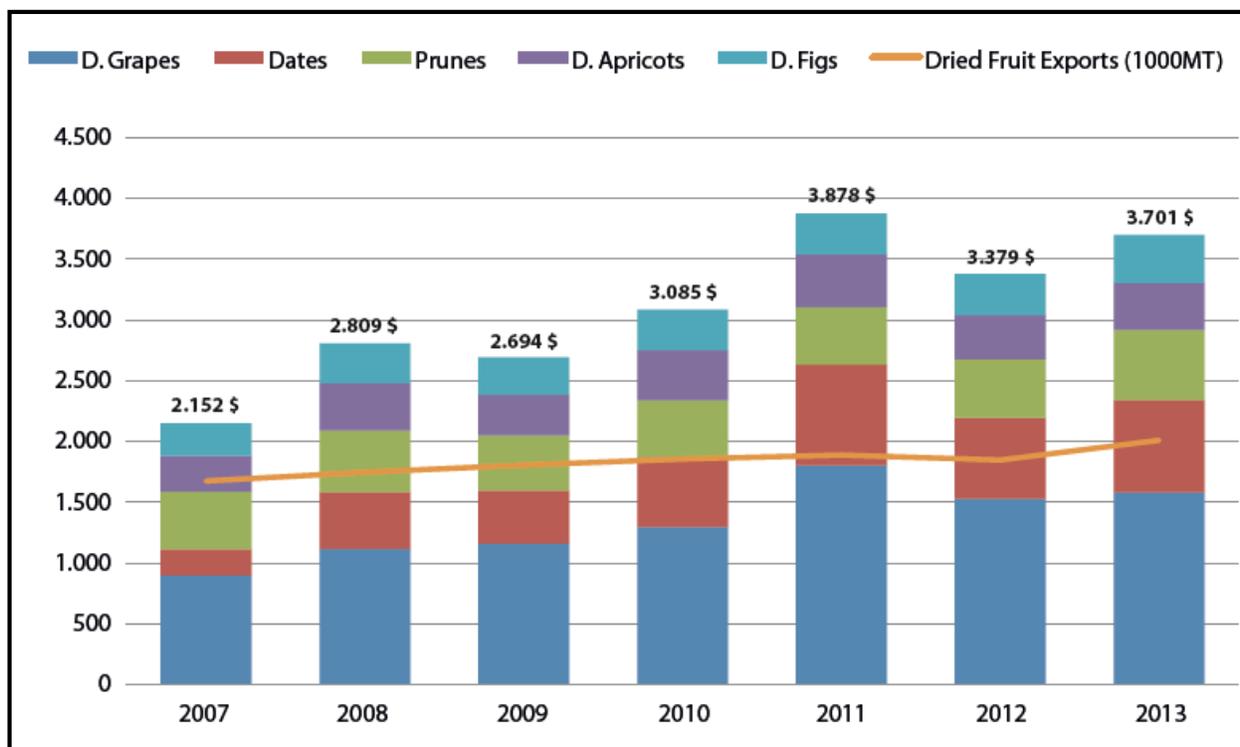


Ilustración 18 Exportaciones a nivel mundial del 2007 al 2013 y su valor en millones de dólares (INC, 2016)

Sin duda la demanda de fruta deshidratada a nivel mundial ha sido contundente en los últimos años al incrementada la producción, así como el valor de las exportaciones de ciertos frutos deshidratados, este incremento en el sector, es debido también, a la reciente tendencia mundial de alimentación por lo orgánico y saludable, ayudando esto al consumo de snacks de frutos deshidratados, teniéndose así un panorama positivo para la producción de fruta deshidratada.

1.5 Conclusiones – Capítulo 1

México cuenta con un abundante recurso geotérmico, el cual se puede aprovechar transfiriendo el calor de la tierra a distintos dispositivos, tanto para generar electricidad como para sólo aprovechar el calor. En los procesos productivos, el calor es un factor que sin duda siempre está presente; calefacción, transformación de alimentos, cambios de fase de cualquier material, máquinas térmicas, etc. Implicando también costos de operación para cualquier sistema productivo. Es por lo anterior que el aprovechamiento de los usos directos de la geotermia surge como una alternativa para realizar estos procesos, además de promover el aprovechamiento de energías renovables.

El deshidratador geotérmico de Grupo IIDEA pretende entrar en el mercado de la fruta deshidratada empleando una energía limpia y de igual manera retribuir a la sociedad mediante la generación de empleos. Teniendo la ventaja de ser, en nuestro país, el único deshidratador geotérmico que se ha elaborado. A pesar de esto se debe tener en cuenta que existen diversos tipos de deshidratadores con distintas técnicas de deshidratado. Con los cuales se tiene que estar a la altura en cuanto a tecnología, capacidad de producción, costos y tiempos de operación.

Por otro lado el consumo de fruta deshidratada a nivel mundial se ha ido incrementado cada vez más, lo cual significa otro reto a indagar y sobre todo a descubrir si el deshidratador geotérmico de baja entalpia es capaz de abastecer alguna parte del mercado de este sector.

Capítulo 2. EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA

En este capítulo se realizará una evaluación de factibilidad para instalar y operar el Deshidratador Geotérmico de grupo IIDEA, específicamente en la región de San Pedro Lagunillas, Nayarit. Para realizar la evaluación y determinar la viabilidad del proyecto se desarrollaran un estudio de mercado, un estudio técnico y se finalizará con un análisis financiero. La información recabada y presentada en este capítulo surge de fuentes secundarias y primarias, las cuales se indicaran en el desarrollo de la evaluación.

2.1 Estudio de Mercado

2.1.1 Objetivos y alcances del estudio de Mercado

- Cuantificar y pronosticar a 10 años la demanda de mango deshidratado que México satisface a E.U.A.
- Identificar a los posibles importadores estadounidenses de mango deshidratado.
- Identificar y clasificar la competencia directa en el estado de Nayarit.
- Establecer un precio promedio de venta.

2.1.2 Identificación de Producto

El producto principal con el cual se pretende obtener ingresos para el proyecto es la fruta deshidratada, mango, jitomate, guayaba y manzana son los alimentos con un mayor historial de experimentación en el deshidratador geotérmico, sin embargo al segmentar el mercado para la instalación del deshidratador y buscar los cultivos próximos a dichas regiones (Anexo 1) se decidió sólo un fruto, siendo el mango el principal deshidratado para su comercialización. Al realizar la visita de campo a San Pedro Lagunillas (Anexo 2) se encontró que la disponibilidad de mango era abundante en las costas de Nayarit, también se contactó a una empresa deshidratadora de mango la cual exporta su producción al país vecino del norte.

2.1.3 Segmentación del Mercado

En el Anexo 1, se elaboró la segmentación geográfica y demográfica con información secundaria para instalar el deshidratador geotérmico de baja entalpía, la prioridad era encontrar una zona geotérmica de baja entalpía con una temperatura determinada para la operación del deshidratador, se agregaron también aspectos demográficos y económicos de cada región para determinar el desarrollo social de cada una, decidiéndose realizar la implementación del proyecto en San Pedro Lagunillas, Nayarit.

2.1.4 Análisis de la Demanda

La Demanda es la cantidad de bienes o servicios que el mercado solicita o necesita para lograr un propósito en específico a un precio establecido determinado. En este caso se estudiará la demanda satisfecha que México ofrece a los E.U.A.

2.1.4.1 Exportación de Mango Deshidratado de México a E.U.A

De acuerdo con el Centro de Comercio Internacional en 2015 los E.U.A. importaron un valor de US\$83,324 lo cual equivale a 8,781.416 toneladas de mango deshidratado, sus principales proveedores dentro de los últimos 10 años son; Filipinas con 3,022.293 toneladas con un valor de US\$32,329, Tailandia con 1863.883 toneladas con valor de US\$10,414, India con 338.297 toneladas con valor de US\$3,071 y México con 3,304.421 toneladas con valor de US\$34,221, estos datos hacen referencia al año 2015. En la ilustración 19 se muestra a los exportadores principales antes mencionados, a partir del año 2008 hasta el 2015. En el caso de México se observa como la demanda de mango deshidratado se ha ido incrementando considerablemente, a lo largo de los últimos 10 años, al grado de ser el principal proveedor de dicho producto desplazando a Filipinas en el año 2014 (International Trade Center (ITC), 2016). De acuerdo con la Secretaria de Agricultura, México se ha mantenido en el liderazgo de exportaciones de mango fresco a los E.U.A. por ofrecer un producto de calidad libre de mosca de fruta, siendo Sinaloa, Michoacán y Nayarit los principales exportadores, esto fue una punta de lanza para que el mango deshidratado fuera rápidamente solicitado y bien aceptado por el país vecino del norte (Gómez C. , 2018).

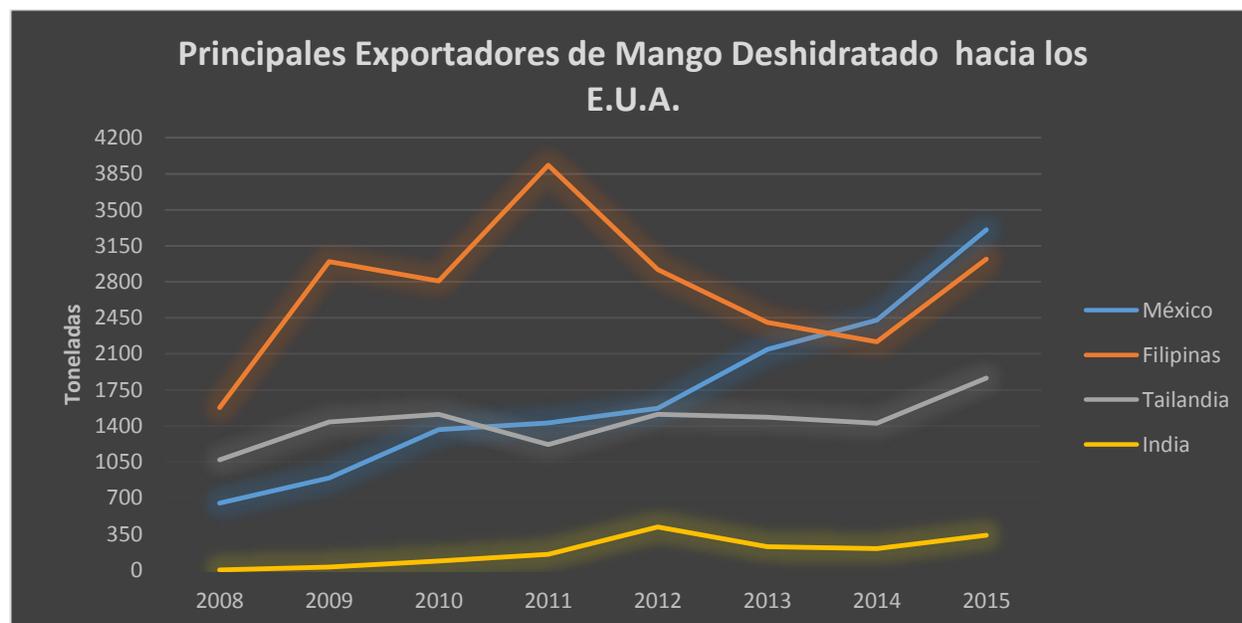


Ilustración 19 Principales Exportadores de Mango Deshidratado a los E.U.A del 2008 al 2015 (International Trade Center (ITC), 2016).

2.1.4.1.1 Pronóstico de la Demanda de Mango deshidratado hacia los E.U.A.

En los primeros tres trimestres del año 2016 México exporto una cantidad de 3,155.28 toneladas de mango deshidratado, en la serie de datos presentada por trimestres en la Ilustración 38, se observa como la demanda se incrementa al segundo y tercer trimestre considerablemente, concordando con la temporalidad del mango

en la regiones productoras de México. Al observar la serie de tiempo se observa un incremento considerable del año 2012 al 2013 en el tercer trimestre, siendo aproximadamente 491 toneladas contra 850 respectivamente. Del 2009 al 2012 la exportación de mango en temporada se había mantenido entre 500 y 300 toneladas aproximadamente, pero a partir del 2013 el volumen se incrementó considerablemente existiendo un cambio en la tendencia significativo a partir de este año, resultado que México es el principal exportador de mango deshidratado hacia los E.U.A. (International Trade Center (ITC), 2016), obsérvese la ilustración 20.

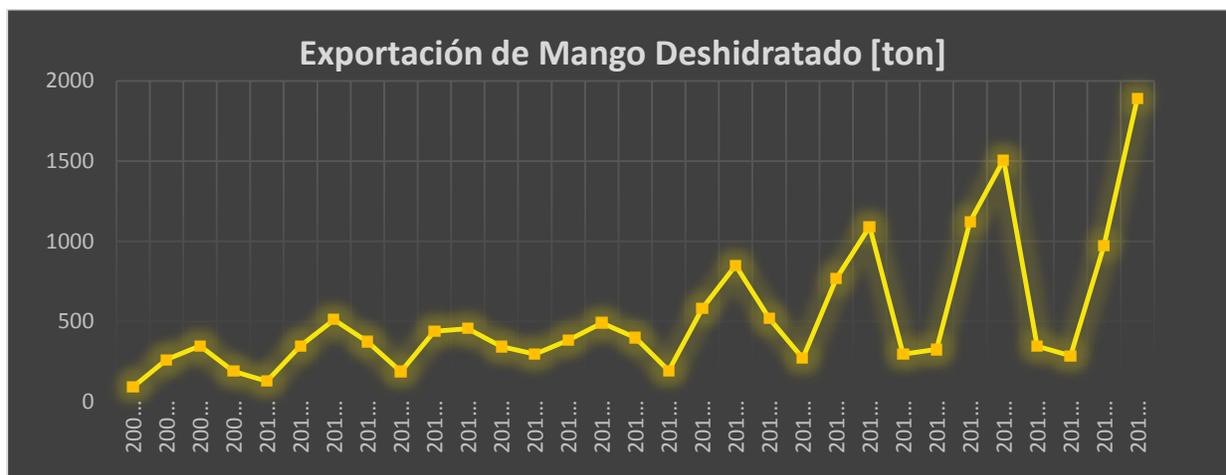


Ilustración 20 Exportación de Mango de México hacia los E.U.A. del 2009 al 2016 (International Trade Center (ITC), 2016).

Para obtener el pronóstico a diez años de la exportación de mango deshidratado a E.U.A. se emplea la serie de tiempo a partir del año 2012, dónde comienza una mayor participación del país en las exportaciones del producto. El pronóstico se obtuvo a partir del método Holt Winters Multiplicativo, ayudado de Excel y R Project. En el capítulo 4 se explicará cómo funciona el método y su utilidad en la Simulación Monte Carlo. En la Ilustración 21 se muestra el pronóstico de la demanda obtenido mediante la herramienta de R Project, este pronóstico será empleado en el estudio financiero para el cálculo de los ingresos.

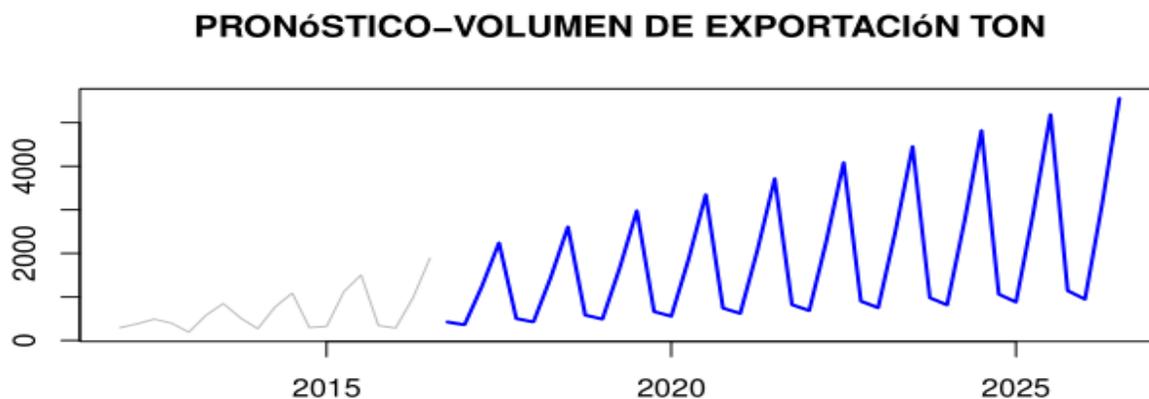


Ilustración 21 Pronóstico de la Exportación Mexicana (elaborada mediante la herramienta de R Project)

2.1.4.2 Lista de importadores de Mango Deshidratado en E.U.A

En la Tabla 5 se enlistan diez importadores estadounidenses de mango deshidratado.

Tabla 5 Importadores de Mango Deshidratado en E.U.A.

| Empresa | Contacto | Cargo | Dirección | Teléfono | Página web |
|------------------------------|-----------------|--------------|---|-----------------|--|
| Sunsweet Growers Inc. | Gary Thiara | Chairman | 901 N Walton Ave. Yuba City, CA 95993 | (530) 674 5010 | www.sunsweet.com |
| International Foodsorce L1c. | Dan Baron | Membrer | 52 Richboynton Rd. Dover, NJ 7801 | (973) 361 7044 | www.intlfoodsource.com |
| Kleins Naturals Ltd. | Judy Klein | President | 4702 2nd Ave. Brooklyn NY 11232 | 7184994299 | www.kleinsnaturals.com |
| Red River Foods Inc. | James A. Phipps | President | 9020 Stony Point Pkwy #380 Richmond, VA 23235 | (804) 320 1800 | www.redriverfoods.com |
| Gold Harbor Commodities Inc. | James Golden | President | 9750 3rd Ave Ne Ste 302 Seattle, WA 98115 | (206) 527 3494 | www.goldharbor.com |
| Torn & Glasser Inc. | Robert Glasser | President | 1622 E Olympic Blvd. Los Angeles, CA 90021 | (213) 627 64 96 | www.tornadglasser.com |
| SpecialtyCommodities Inc. | Larry Leitner | President | 1530 47th St NW Fargo, ND 58102 | (701) 282 8222 | www.scifargo.com |
| MTY San Miguel Dist. LLC | Victor Salinas | President | 2904 W. 26th St. Chicago, IL 60623 | (773) 523 9877 | www.mtysanmiguel.com |
| Fine Dried Foods Intl Inc. | Norman Brown | President | 2553 Mission St Frnt Santa Cruz, CA 95060 | (813) 426 1413 | www.artifactink.com |

2.1.4.3 Precio de la exportación Mexicana

En la misma página web del Centro Internacional Comercial, se muestra el valor de la exportación de mango deshidratado que México realiza a los E.U.A. Para realiza el cambio de pesos a dólares se emplea la tasa de cambio de 20.6370 FIX del día 7 de febrero del 2017. De igual modo se realiza el pronóstico del precio empleando la serie de tiempo desde el 2009 ya que el precio no ha sufrido cambios significativos manteniéndose entre los \$180 a \$200 aproximadamente.

En la ilustración 22 se observa el pronóstico del precio de venta en color azul, a partir del año 2016 y hasta el año 2026, si bien se observa que habrá un incremento en el precio del mango deshidratado, este no excederá más de \$230, de acuerdo al pronóstico realizado.

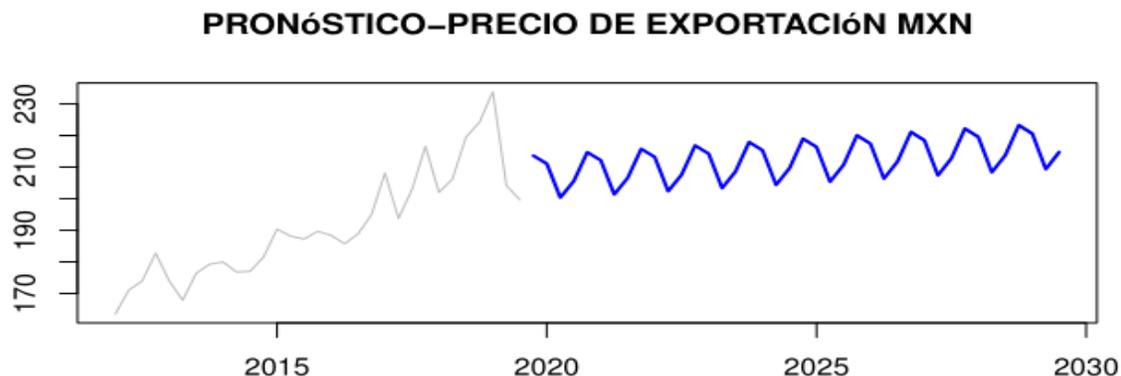


Ilustración 22 Pronóstico del Precio de la exportación Mexicana

2.1.5 Análisis de la Oferta

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI en la República Mexicana se encuentran registradas 255 empresas deshidratadoras de verduras y frutas. De este total solo 66 empresas contaban con número telefónico y correo electrónico para realizar algún contacto. Para ampliar la lista busqué y agregué empresas que no estuvieran en el registro del INEGI, que contaran con número telefónico y se dedicaran a deshidratar frutas, resultando una lista de 81 empresas deshidratadoras para realizar la entrevista. En el Anexo 3 se presentan el objetivo de la entrevista y las 10 preguntas realizadas a las empresas.

Del total de empresas contactadas el 12% accedió a proporcionar cierta información y sólo 5 empresas, igual al 6% del total contactado, tiene como giro el deshidratado de frutas y entre sus productos se encuentra el mango deshidratado, el resto se dedicaban al deshidratado de chiles, en su mayoría chile guajillo. Las respuestas que se presentan son únicamente de empresas deshidratadoras que incluyan entre sus productos al mango.

2.1.5.1 Empresas Deshidratadoras de Mango en México

El objetivo de entrevistar a las empresas deshidratadoras era reconocer el tipo de deshidratadores utilizados en México, la capacidad de producción con la que cuentan, el precio del producto deshidratado actualmente en el mercado, reconocer que producto presenta mayor demanda y obtener una retroalimentación del proyecto de Grupo IIDEA al describir el deshidratador geotérmico e indagar en el interés por dicha tecnología. Las cuatro empresas que respondieron a la entrevista son las mostradas en la Tabla 6.

Tabla 6 Empresas Deshidratadoras de Mango en México

| Nombre | Nombre del contacto | Puesto | Extensión directa | e-mail |
|--|---------------------------|----------------------------|-------------------|--|
| 1. Fábrica DEFRUT, S.A. de C.V. | Salvador Barriga Vidales | Dirección General | (443) 327 4646 | salbarriga@defrut.com |
| 2. EXKAL, S.A. DE C.V. | Gabriel Torres | Encargado de Producción | 54245424 | _getg@exkal.com |
| 3. Xochicualli Frutas y Hortalizas Deshidratadas | Ángeles Santos | Gerente general | (222) 282 3814 | = |
| 4. Agroindustrias | Vicente Carranza Sandoval | Asociado de Agroindustrias | (327) 110 1768 | agroindustriasjalco@gmail.com |
| 5. Deshidratadora Abari | Nestor Ahuayo Dorantes | Dirección General | (327) 273 139 | nestor_abari@hotmail.com |

De las cinco empresas entrevistadas sólo una se encuentra dentro de la Ciudad de México (EXKAL) mientras que las demás se encuentran en el exterior de la República Mexicana, dentro de estas cinco empresas se encuentran dos en el estado de Nayarit, siendo la competencia directa del deshidratador geotérmico, ya que además de estar en la misma zona en la que se pretende realizar el proyecto, estas empresas deshidratan mango. El tiempo de operación de las empresas nayaritas esta entre 4 y 6 meses respectivamente, mientras que el resto opera durante todo el año. Con respecto al tipo de deshidratadores empleados se encuentran lo deshidratadores de tunes y charolas, en las empresas de Nayarit, y los deshidratadores de charolas en el resto de las empresas, ambos tipos de deshidratadores trabajan mediante un flujo caliente de aire por convección forzada. Fabrica DEFRUT omitió el tipo de tecnología que empleaba, comentando solamente que emplea gas natural para operarlo (obsérvese la ilustración 23).

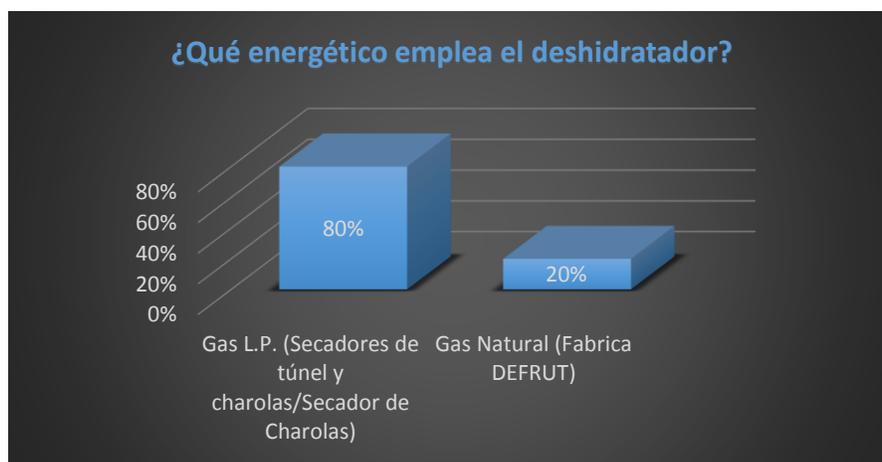


Ilustración 23 Energético que emplean los deshidratadores entrevistados

Al cuestionar sobre la capacidad de producción del deshidratador que emplearan actualmente, únicamente se obtuvo respuesta de cuatro empresas. Los resultados se presentan en la Ilustración 42, se tiene que las empresas de Nayarit producen al día 680 kilogramos de mango deshidratado, en el caso de Agroindustrias, por su parte Abari coment que produce 3.8 toneladas de deshidratador con tres deshidratadores. Lo cual se exporta en su mayoría a los E.U.A.

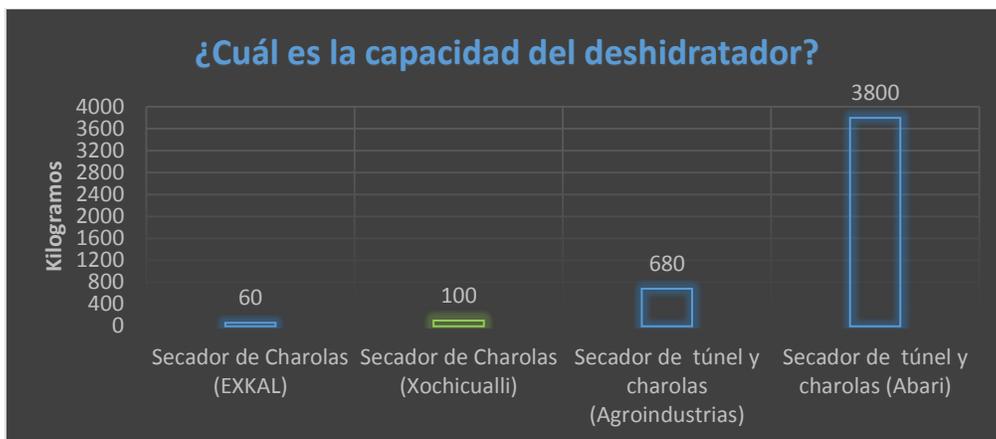


Ilustración 24 Capacidad de los deshidratadores entrevistados

En el caso de EXKAL su capacidad se encuentra en 60 kilogramos de deshidratado cada 16 horas, comentando también que cuenta con un deshidratador solar para aumentar su producción. El deshidratador de Xochicualli tiene una capacidad de 100 kilogramos diarios en fresco, omitieron el rendimiento de esos 100 kilogramos frescos a deshidratados. Estas dos últimas empresas junto con Fabrica DEFRUT deshidratan fruta y verduras en general, al preguntar que producto era el que contaba con mayor demanda en su empresa, DEFRUT y Xochicualli omitieron la información y sólo EXKAL proporcionó cinco productos entre los de mayor demanda, como se muestra en la Ilustración 43, el mango figura dentro de esos cinco productos, el otro 40% restante pertenece a Abari y Agroindustrias, la cual deshidrata plátano, yaca, piña y mango, siendo el de mayor consumo el mango.



Ilustración 25 Productos con mayor demanda en las empresas entrevistadas

Respecto al precio del producto deshidratado de las empresas entrevistadas, sólo cuatro proporcionaron la información mostrada en la Ilustración 44, como se observa el rango de precios por un kilogramo de deshidratado se encuentra desde los \$200 hasta los \$500, EXKAL comentó que fuera de temporada el mango deshidratado tiene un precio de hasta \$1500. Agroindustrias exporta a E.U.A a un precio de US\$20 lo cual equivale a \$412.72 a una tasa de cambio de 20.6370 FIX del día 7 de febrero del 2017. Abari también exporta a E.U.A., no obstante omitió el precio de venta de exportación y nos proporcionó el precio de venta nacional.



Ilustración 26 Precios del Mango Deshidratado de las empresas entrevistadas

2.1.6 Competencia Directa en Nayarit

De acuerdo con el DENUÉ existen 13 empresas deshidratadoras en el estado de Nayarit, la más cercana San Pedro Lagunillas, es Abari, seguido de Agroindustrias las cuales se encuentran en la empresas entrevistadas, de igual modo en la visita de campo se contactó a Abari, así como otros colaboradores del Grupo IIDEA contactaron con Agroindustrias, la cual es una cooperativa que se conforma de deshidratadores independientes los cuales juntan su producción de Mango para exportarla a los E.U.A.



Ilustración 27 Empresas Deshidratadoras en Nayarit. (INEGI, INEGI, 2010)

La información proporcionada por parte de Agroindustrias acerca de su deshidratador es muy valiosa; ellos mismos fabricaron su deshidratador, al igual que la empresa de Abari, las principales características se muestran en la Tabla 7, donde se estimó cuantos carritos con charolas cabrían en el área de cámara de deshidratado, el resto de la información fue proporcionada al ingeniero Eduardo Pérez de grupo IIDEA, logrando obtener un costo aproximado del deshidratador de Agroindustrias logrando tener un comparativo con las competencia directa en cuanto al costo y tipo de tecnología que emplean.

Tabla 7 Costo aproximado del Deshidratador de Agroindustrias

| Rubro | Cantidad | Unidad | Costo unitario [\$/unidad] | Costo total [\\$] |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Estructura | 40 | m2 | \$ 552.25 | \$ 22,090.11 |
| Recubrimiento de acero inoxidable | 20 | pieza | \$ 3,189.42 | \$ 63,788.40 |
| Instrumentación y control | 1 | pieza | \$ 23,652.40 | \$ 23,652.40 |
| Ventilador | 1 | pieza | \$ 12,000.00 | \$ 12,000.00 |
| Quemadores | 1 | pieza | \$ 50,000.00 | \$ 50,000.00 |
| Charolas (<i>Estimado</i>) | 1350 | pieza | \$ 60.00 | \$ 81,000.00 |
| | | | | \$ 252,530.91 |

De igual manera se conoce que Agroindustrias produce en su máxima capacidad 900 kg de deshidratado al día, si esta producción se mantiene constante y se proyecta a futuro resulta equivalente del 2% de la exportación en temporadas de mango (trimestre 2 y 3) si mantiene su producción teóricamente.

Con ayuda de esta información secundaria y sabiendo que Abari emplea tecnología similar a la de Agroindustrias se estimó el valor de los deshidratadores de Abari, calculando el ancho de sus equipos pues solo se contaba con el largo de cada uno y la producción total de ambas plantas, pues cuentan con dos plantas y tres deshidratadores. De esta manera se cuentan con valores aproximados del costo de los deshidratadores y su producción, de las empresas establecidas en Nayarit (Abari y Agroindustrias).

En la tabla 8 se incluyen las estimaciones anteriores, además de compararlos con otros deshidratadores industriales encontrados en el mercado que mostraban su precio de venta y capacidad de secado, en su mayoría de China ya que en este país se producen diversas marcas de deshidratadores, incluso emplean bombas de calor eléctricas para llevar a cabo el secado de los alimentos.

En esta comparación se observa que el costo aproximado de Agroindustrias y Abari es competitivo contra los deshidratadores chinos, en cuanto a espacio necesario para el deshidratado los chinos emplean menos área. El deshidratador geotérmico de IIDEA mantiene un costo muy elevado para la baja producción generada, lo cual indica que se tiene que aumentar la capacidad de producción del deshidratador de grupo IIDEA para lograr competir contra el tipo de deshidratadores mostrados en la tabla 8.

Tabla 8 Producción y costo de deshidratadores industriales

| Equipo Deshidratador | Capacidad de Deshidratado [kg/día] | Costo [MXN] | Volumen de la Cámara [m3] | Origen | Exportaciones a E.U.A. (2017-2026) |
|-----------------------------|---|--------------------|----------------------------------|---------------|---|
| DGA IIDEA | 1.3 | \$ 204,978.98 | 0.5 | México | 0.004% |
| KN12 | 16 | \$ 76,109.26 | 1.4 | Ruso | 0.037% |
| Deshidratador Industrial | 27 | \$ 79,999.00 | 3.8 | México | 0.062% |
| LYP-HAT1 | 60 | \$ 61,911.00 | 5.2 | China | 0.13% |
| Lantian LT03RD | 100 | \$ 103,185.00 | 13.8 | China | 0.23% |
| LYP-HAT8 | 500 | \$ 206,370.00 | 23.8 | China | 1.10% |
| Agroindustrias | 680 | \$ 252,530.91 | 48 | México | 1.5% |
| Abari D3 | 877 | \$ 239,775.08 | 46.8 | México | 2% |
| KINKAI JK10RD | 1000 | \$ 229,070.70 | 39.6 | China | 2.30% |
| Abari D2 | 1169 | \$ 277,707.33 | 62.4 | México | 2.70% |
| KINKAI JK03RD | 1200 | \$ 305,427.50 | 33.9 | China | 2.79% |
| KINKAI JK06RD | 1500 | \$ 361,147.50 | 61.6 | China | 3.40% |
| Abari Planta D1 | 1754 | \$ 359,950.66 | 93 | México | 4% |
| Abari Planta 2 | 2046 | \$ 517,482.40 | 109 | México | 4.70% |
| KINKAI JK10RD | 2500 | \$ 447,121.24 | 66 | China | 5.80% |

2.1.7 Conclusiones del Estudio de Mercado

Actualmente México es el principal proveedor de mango deshidratado para los E.U.A., al pronosticar el consumo del continente vecino, mediante el método Holt Winter Multiplicativo, se obtiene un notable e importante incremento anual del 8% en la demanda del mango deshidratado a lo largo de 10 años, resultando favorable para las empresas de este giro. Revisando precisamente a la competencia en México, se tiene como resultado que dos empresas en el estado de Nayarit deshidratan exclusivamente mango y ambas exportan su producto a los E.U.A., además se obtuvo el precio de venta de exportación sin empaquetar de US\$16 y empaquetado se vende a US\$20. Estos precios concuerdan con los demás encontrados, al pasarlos a pesos mexicanos con la tasa de cambio previamente establecida.

Resulta entonces que la exportación de mango deshidratado hacia los E.U.A. presenta un panorama óptimo de consumo, pudiendo llegar a ser un buen negocio si se cuenta con las características adecuadas para acaparar parte del mercado ya existente, es decir el contar con una capacidad de producción adecuada a un precio de venta competitivo para el mercado y con una calidad de un producto similar o mejor a los de la competencia para abarcar una parte significativa de la demanda de mango deshidratado.

En cuanto a la competencia a nivel de la tecnología empleada para producir el mango deshidratado, existen una amplia variedad de tipos de deshidratadores, teniendo que diferenciarse en cuanto a la capacidad de producir, el precio de venta del equipo, la calidad de deshidratado, por mencionar algunos factores de diferenciación. Los deshidratadores encontrados ofrecen producir como mínimo más de 15 kg de deshidratado y hasta más de 2 toneladas al día, lo anterior implica un gran reto para el deshidratador geotérmico de grupo IIIDEA, el cual no se ha evaluado al 100% en campo, ni tampoco cuenta con pruebas de calidad, ni con una producción constante, teniéndose entonces que evaluar la rentabilidad del prototipo en el estudio técnico y financiero.

2.2 Estudio Técnico

El deshidratador geotérmico de baja entalpía evaluado en esta tesis es un prototipo que actualmente se encuentra en la etapa de pruebas. Esta etapa se lleva a cabo en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en donde se ha deshidratado el producto de interés a comercializar (mango), se cuenta con una instrumentación controlada que mide y permite visualizar la temperatura en el interior de la cámara de secado y la humedad relativa del producto. Por otro lado el deshidratador no ha sido sometido a un fluido geotérmico para probar su funcionamiento, no se ha realizado una prueba con el 100% de la capacidad en kilogramos, del deshidratador, no se elaboró una metodología para realizar las pruebas de deshidratado y por lo tanto no se cuenta con un registro de pruebas, por ejemplo, considerar y registrar durante un periodo distintas variables como el tipo de producto deshidratado, tiempos de secado, grosor de corte, porcentaje de humedad, considerar probar con el máximo de su capacidad el deshidratador, la calidad de la materia prima, entre otras. El proceso de deshidratación se realizó de manera empírica, hasta la solicitud y colaboración de la Facultad de Química al realizar los análisis microbiológicos del producto deshidratado y comenzando así a regular las medidas higiénicas del proceso en el laboratorio del Instituto.

2.2.1 Objetivos y alcances del Estudio Técnico

- Identificar y describir las especificaciones técnicas del deshidratador geotérmico
- Aproximar la capacidad de producción del deshidratador geotérmico
- Pronosticar la capacidad de producción del deshidratador geotérmico
- Realizar el diagrama de flujo del proceso productivo
- Realizar un diseño de planta para un deshidratador
- Identificar la disponibilidad de la materia prima en la región de San Pedro Lagunillas, Nayarit

2.2.2 Especificaciones Técnicas del Deshidratador Geotérmico

Como ya se mencionó en un comienzo del estudio técnico, el deshidratador no ha sido probado con un fluido geotérmico, en el laboratorio se emplea un calentador para simular la transferencia de energía. A continuación se muestran los parámetros de operación con los que el deshidratador ha funcionado:

1. Caudal de Operación del Recurso Geotérmico = 0.5 [kg/s]
2. Temperatura promedio del recurso geotérmico = 80 [°C]
3. Caudal de Operación Agua toma común = 0.5 [kg/s]
4. Temperatura Agua toma común (Fría) = 25 [°C] T ambiente
5. Caudal de aire: 0.33 [kg/s]
6. Velocidad del aire en el interior de la cámara : 2.5 [m/s] a 3.5 [m/s]
7. Temperatura aire en el interior de la cámara: 55 [°C] hasta 60 [°C]
8. Volumen de agua en la red de recirculación 76.08 m³

De acuerdo a estos parámetros de operación grupo IIDEA desarrollo la ficha técnica que se muestra en la Ilustración 28, los dos primeros puntos son datos aproximados mediante datos experimentales, mientras que los demás son las especificaciones técnicas del deshidratador, dimensiones y equipos componentes.

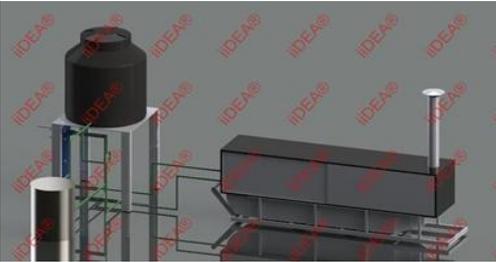
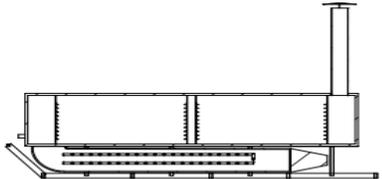
| | | |
|--|---|--|
| | FICHA TÉCNICA DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO DE ALIMENTOS | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 5 - 10 kg/tanda de producto fresco. • Tiempo de operación: 20 horas /tanda. • Dimensiones: Ancho 595mm x Largo 2565mm x Altura 1,010mm. • Cámara de secado de acero inoxidable. • 10 charolas de 990 mm x 475 mm. • Intercambiador de calor de placas planas de acero inoxidable con placas de cuproaluminio. • Intercambiador con 38 tubos aletados de cobre. • Bomba de agua caliente de acero inoxidable 0.5 Hp, 120V. • Blower para circular aire ---Hp, 120 V. • Chimenea galvanizada. • Tubería de suministro plus de alta temperatura. • Estructura de aluminio. • Sistema de instrumentación con medición y visualización de humedad relativa y temperatura. • Vida útil de 20 años. | <p style="text-align: center;">Vista exterior</p>  <p style="text-align: center;">Vista interior</p>  | |

Ilustración 28 Ficha técnica del deshidratador geotérmico (Grupo IIDEA)

De igual manera realizaron un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) mostrando las interconexiones entre los equipos necesarios para realizar el proceso de deshidratado. Es importante instalar los equipos con base en este diagrama para que el funcionamiento del deshidratador sea el adecuado.

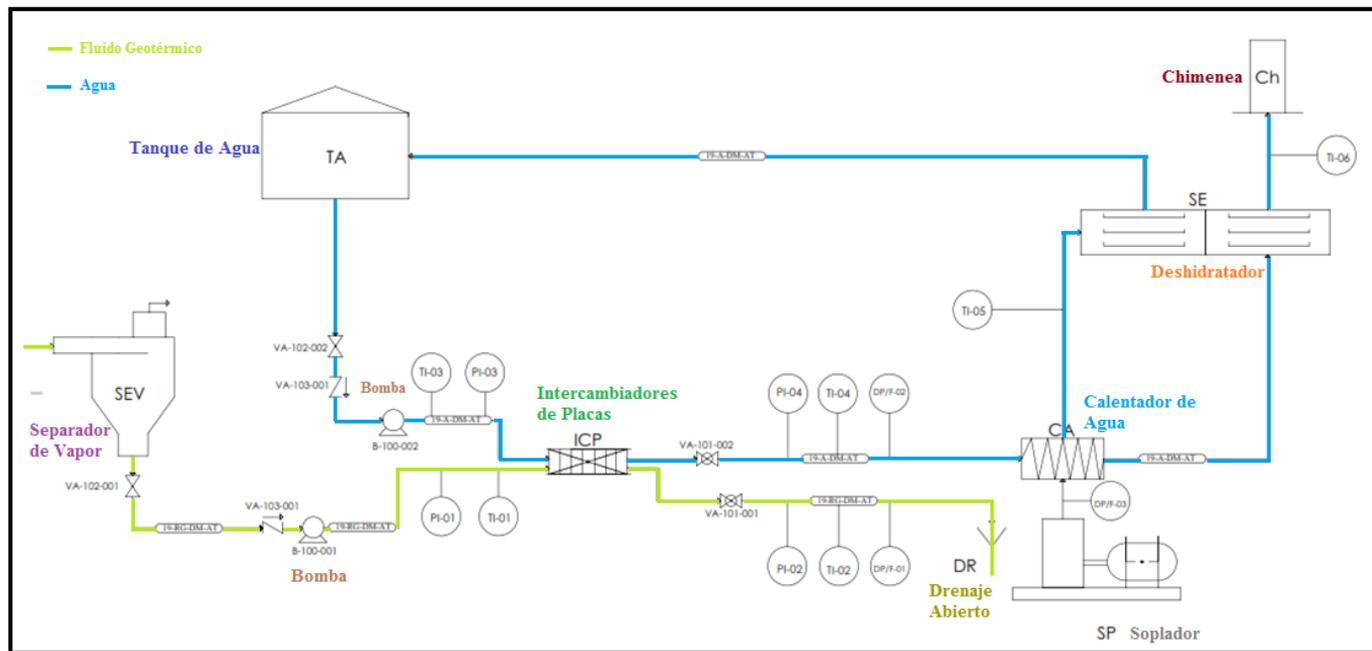


Ilustración 29 DTI del deshidratador geotérmico (Grupo IIDEA)

El mantenimiento que se requiere para el deshidratador es de tipo preventivo y se realiza específicamente a cuatro equipos, enlistados en la Tabla 9.

Tabla 9 Mantenimiento del Deshidratador Geotérmico (Grupo IIDEA Gasga Morales, 2016).

| Equipo | Tipo de Mantenimiento | Tiempo entre mantenimiento | Tiempo del mantenimiento | Costo del Mantenimiento |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Túnel de secado | Preventivo | 2 veces/año | 1 día | \$250 |
| Bombas | Preventivo | 2 veces/año | 1 semana | \$ 300 c/u |
| Intercambiador tubos aletados | Preventivo | 1 vez/año | 1 día | \$350 |
| Intercambiador de placa plana | Preventivo | 2 veces/año | 1 hora | Proveedor |

2.2.2.1 Componentes y precios del Deshidratador geotérmico.

El deshidratador geotérmico se compone de 12 elementos para poder operar, siete de ellos deben ser manufacturados a especificaciones de grupo IIDEA, los otros cuatro equipos pueden ser adquiridos ya elaborados. En la Tabla 10 se muestra sus nombres y el costo total de cada.

Tabla 10 Equipos y precios que componen el Deshidratador Geotérmico (Grupo IIDEA Gasga Morales, 2016).

| No. | Componentes | Costo sin IVA | IVA | Costo con IVA (Materiales 60%) | Costo de Mano de Obra (40%) | Costo Total | |
|-----|----------------------------------|---------------|-------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| 1 | Cámara | \$ 13,184.59 | \$ 2,109.53 | \$ 15,294.12 | 40% | \$ 10,196.08 | \$ 25,490.21 |
| 2 | 2 Bombas de agua caliente | \$ 12,269.58 | \$ 981.57 | \$ 13,251.15 | | \$ - | \$ 13,251.15 |
| 3 | Charolas | \$ 4,276.50 | \$ 684.24 | \$ 4,960.74 | 40% | \$ 3,307.16 | \$ 8,267.90 |
| 4 | Estructura inferior | \$ 1,669.65 | \$ 267.14 | \$ 1,936.79 | 40% | \$ 1,291.20 | \$ 3,227.99 |
| 5 | Ducto de aire | \$ 6,853.00 | \$ 1,096.48 | \$ 7,949.48 | | \$ - | \$ 7,949.48 |
| 6 | Ventilador | \$ 1,560.00 | \$ 249.60 | \$ 1,809.60 | 40% | \$ 1,206.40 | \$ 3,016.00 |
| 7 | Intercambiador de tubos aletados | \$ 10,347.39 | \$ 1,655.58 | \$ 12,002.97 | 40% | \$ 8,001.98 | \$ 20,004.95 |
| 8 | Intercambiador de placas planas | \$ 28,350.00 | \$ 4,536.00 | \$ 32,886.00 | | \$ - | \$ 32,886.00 |
| 9 | Tubería de suministro | \$ 6,567.02 | \$ 1,050.72 | \$ 7,617.74 | 40% | \$ 5,078.49 | \$ 12,696.23 |
| 10 | Electrónica general | \$ 20,390.00 | \$ 3,262.40 | \$ 23,652.40 | 40% | \$ 15,768.27 | \$ 39,420.67 |
| 11 | Chimenea | \$ 90.72 | \$ 14.52 | \$ 105.24 | | \$ - | \$ 105.24 |
| 12 | 2 Tanques de Almacenamiento | \$ 2,250.00 | - | \$ 2,250.00 | | \$ 4,500.00 | \$ 4,500.00 |

En la Tabla 11 se muestra el costo total de los equipos manufacturados y el costo total de los adquiridos, la suma de estos nos proporciona el costo total del ensamble, de este costo se obtiene el 20% para obtener el costo de mano de obra al ensamblar el deshidratador. El costo del ensamble más la mano de obra nos proporciona el costo total del deshidratador, resultando una cifra de \$199,578.98.

Tabla 11 Costos total del Deshidratador Geotérmico (Grupo IIDEA Gasga Morales, 2016).

| Costos Totales | |
|--|----------------------|
| Equipos Manufacturados (40% Mano de Obra + 60% Materiales) | \$ 112,123.95 |
| Equipos Adquiridos | \$ 58,691.86 |
| Ensamble | \$ 170,815.81 |
| Mano de Obra por el ensamble (20%) | \$ 34,163.16 |
| Costo Total del Deshidratador Geotérmico | \$ 204,978.98 |

En la Ilustración 30 se analiza el impacto en el costo total del deshidratador por cada equipo que requiere para ser construido, en el caso de los equipos manufacturados se considera ya la mano de obra incluida para este análisis. La electrónica en general implica el mayor de los costos en la construcción del deshidratador, representando el 19.8% del costo total, en segundo lugar se encuentra el costo de mano de obra (17%) al ensamblar todos los equipos, el tercer lugar lo ocupa el intercambiador de placas planas (16.5%) encargado de hacer la transferencia de energía calórica entre el fluido geotérmico y el agua.

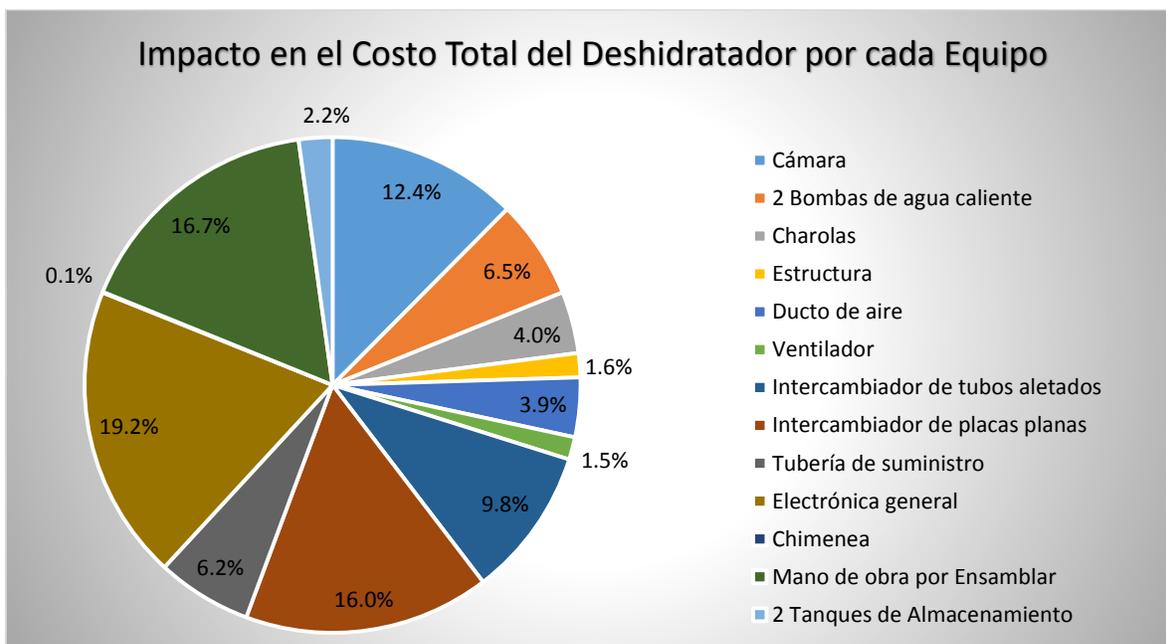


Ilustración 30 Impacto en el costo total del deshidratador por cada equipo

Al tratarse de un prototipo en fase de prueba, existen algunos equipos que reducirán su costo al realizar cambios de materiales y requerimientos según sea el caso. Estas reducciones aún no se definen al 100% por parte de Grupo IIDEA por lo cual los costos evaluados son con los que se cuenta actualmente.

2.2.3 Capacidad de Producción del Deshidratador

En este apartado se realizará una aproximación acerca de la capacidad de producción del deshidratador geotérmico. Como ya se ha mencionado el deshidratador es un prototipo que requiere ser empleado en campo, es decir con un fluido geotérmico, también se requiere realizar pruebas con el máximo de su capacidad ya que hasta el momento se cuenta con un valor teórico de la capacidad, obtenido mediante el dato real, sombreado en gris, mostrado en la Tabla 12.

Tabla 12 Estimación de la capacidad de producción del deshidratador geotérmico.

| Materia Prima (MP) | Capacidad del DGA | MP con cascara y hueso [kg] | MP sin cascara y hueso [kg] | Tiempo de Operación [horas] | MP deshidratada [kg] |
|--------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Mango | 100% | 16 | 8 | 20 | 1.29 |
| | 80% | 12.8 | 6.4 | 16 | 1.032 |
| | 13% | 2.096 | 1.057 | 13 | 0.23 |

Al solo contar con un estimado del 100% de la capacidad de producción, obtuve el equivalente en kilogramos del 80% de la capacidad, con estos valores establecí un rango de producción del 80% al 100%, mediante este rango y con ayuda de Excel generé 40 números aleatorios (10 años en trimestres) para simular la capacidad de producción a futuro, esta producción obtenida se asume como la producción diaria (20 horas de secado) que multiplicada por 90 genera un trimestre de producción, obtenida mediante los números aleatorios, es importante mencionar que la producción total se realiza en un periodo de 6 meses, debido a la disponibilidad y cercanía de la materia prima, por lo cual solo se toma en cuenta la producción del segundo y tercer trimestre en los cuales es temporada de mango, como se muestra en la ilustración 31.

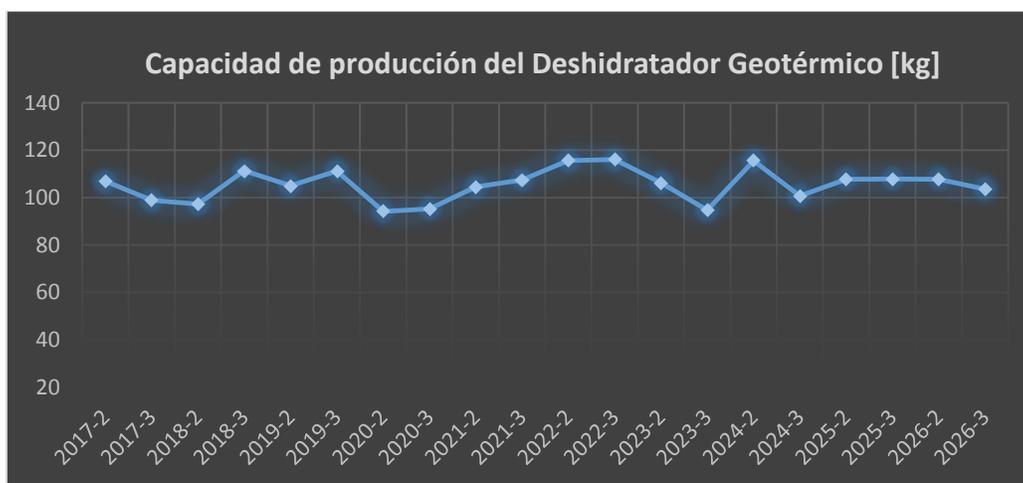


Ilustración 31 Capacidad de Producción del Deshidratador Geotérmico.

Los resultados obtenidos oscilan entre 93 y 116 kilogramos de mango deshidratado en un trimestre aproximadamente, por ejemplo en el primer trimestre (2016-4) se tiene una producción de 94 kilogramos, el valor máximo de producción trimestral que se obtuvo fue 116 kilogramos de mango deshidratado.

Previamente en el Estudio de Mercado, se analizó la competencia encontrándose un valor mínimo de 60 kilogramos de deshidratado por día, lo cual evidentemente es mayor que 1 kilogramo al día, producido por el deshidratador de Grupo IIDEA quedando debajo competitivamente en la parte técnica para abastecer los requerimientos encontrados en los productores vigentes en el mercado. Al comparar la producción teórica del deshidratador geotérmico con el pronóstico de la demanda de mango deshidratado exportado a los E.U.A., sólo se abarcaría el 0.043% de exportaciones, si se mantiene la capacidad de producción vigente, impactando directamente en los ingresos a generar en el proyecto de inversión con el deshidratador geotérmico de IIDEA, pues a mayor volumen de venta sus ingresos serán mayores, no obstante también se tiene que analizar los costos operativos para realizar el proceso, de la tal modo que las ventas deben sustentar todos estos gastos.

2.2.4 Acceso y precio de la Materia Prima

El recurso geotérmico de baja entalpía necesario para operar el deshidratador se encuentra por la Carretera Federal 68 de Cuota, la localidad más cercana al recurso es San Pedro Lagunillas. A 56.6 km se encuentra el poblado de Las Varas, el presidente ejidal Crisanto Loera Saldaña (ver anexo 2 -tabla 50) nos comentó que

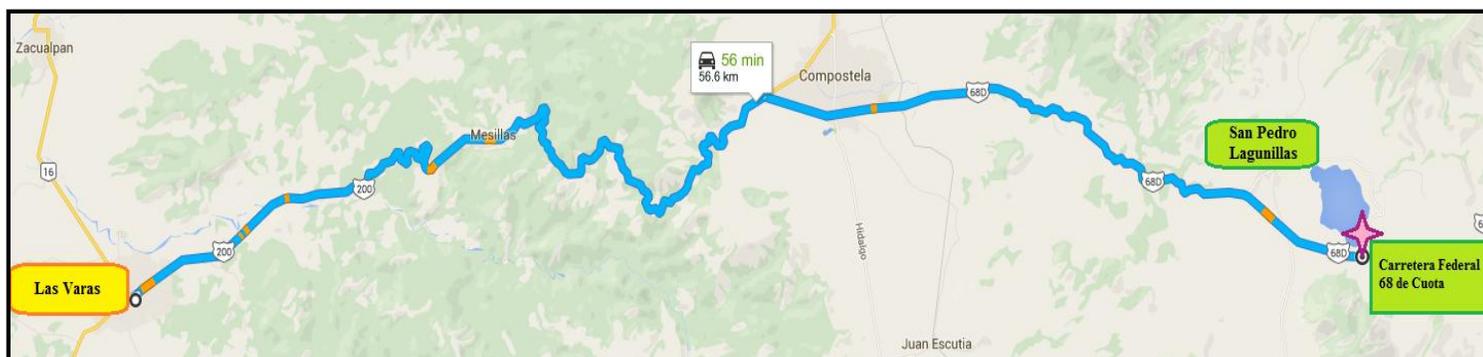


Ilustración 32 Posible Ubicación de la Materia Prima para el Deshidratador Geotérmico

en su localidad se producían alrededor de 2,800 toneladas de mango con un precio de \$1,500 a \$1,750, con el promedio del precio y obteniendo el costo unitario de un kilogramos, se obtiene un costo promedio de \$2.16 por kilogramo. Esta información se compara con la proporcionada por la empresa Agroindustrias; ellos comentaron al entrevistador, que la materia prima la obtenían en cajas de 26 kilogramos con un costo de \$40 a \$100, de igual manera se obtiene el costo promedio a un kilogramo, teniéndose un costo de \$2.69, a pesar de haber compartido la información anterior no revelaron el proveedor o lugar de procedencia de su materia prima. Es importante mencionar que estos precios se obtienen al negociar directamente con el productor en el lugar de origen, pues de acuerdo con el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) el precio promedio de un kilogramo de mango al llegar a la central de abastos de Tepic se incrementa un 78%.

Con la información primaria de Las Varas y la empresa Agroindustrias se genera el costo promedio de la materia prima de \$2.43, a este costo se le debe agregar el transporte del lugar de origen hacia San Pedro

Lagunillas. Es importante mencionar que para abastecer el deshidratador con 8 kilogramos de mango es necesario el doble de materia prima, es decir 16 kilogramos considerando hueso y cascara como desperdicio.

2.2.4.1 Costo del Transporte de la Materia Prima de Las Varas hacia San Pedro Lagunillas

De acuerdo con agricultores de Nayarit el costo de flete por transportar mango es de \$5 por cada caja, la cual tiene alrededor de 26 kilogramos de mango, (Rivera, 2017) este precio se toma como base para el cálculo del costo total. El transporte se podrá realizar en una camioneta *pickup* con una capacidad de 1 tonelada de carga, al no requerirse la tonelada completa de materia prima se considera solicitar 200 kilogramos de mango fresco cada quince días. Para obtener el costo del combustible y las casetas necesarias a pagar utilice la herramienta *mappir México* (Transporte, 2017), obteniendo los costos mostrados en la Tabla 13, para el salario del conductor me base en los salarios mínimos por día, vigentes a partir del 1° de enero del año en curso, publicados por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS, 2017). Al sumar todos los costos se obtiene un monto final de \$272.15 para transportar la materia prima de Las Varas hacia San Pedro Lagunillas.

Tabla 13 Costos del Transporte de Materia Prima

| | | |
|------------------------------|-------|------------------|
| Costo Base del Flete | 26 kg | \$ 5.00 |
| Capacidad de la Camioneta | 1 Ton | \$ 38.46 |
| Costo del Combustible | | \$ 86.08 |
| Costo de Casetas | | \$ 38.00 |
| Salario del Chofer por día | | \$ 109.61 |
| Costo Total del Flete | | \$ 272.15 |

2.2.5 Diagrama de Flujo del Proceso de deshidratación

El proceso de deshidratación, empleando el deshidratador geotérmico de Grupo IIDEA, se propone en 10 etapas principales mostradas en la Ilustración 51. Las primeras dos primeras etapas consisten en la recepción e inspección del mango fresco, posteriormente se lava y prepara (pelar y cortar) para ser introducido en el deshidratador por 20 horas, durante este tiempo se deberá sanitizar (lavar y desinfectar) el área de trabajo en contacto con la materia prima y de igual manera se debe sanitizar los utensilios empleados para la preparación del mango. Para comenzar con la preparación de la materia prima se considera que se ha realizado antes la sanitización del deshidratador, área de trabajo y utensilios para comenzar con la producción. Para ello deberá tener estrictas medidas higiénicas, para poder preservar el área de trabajo y utensilios listos para emplear.

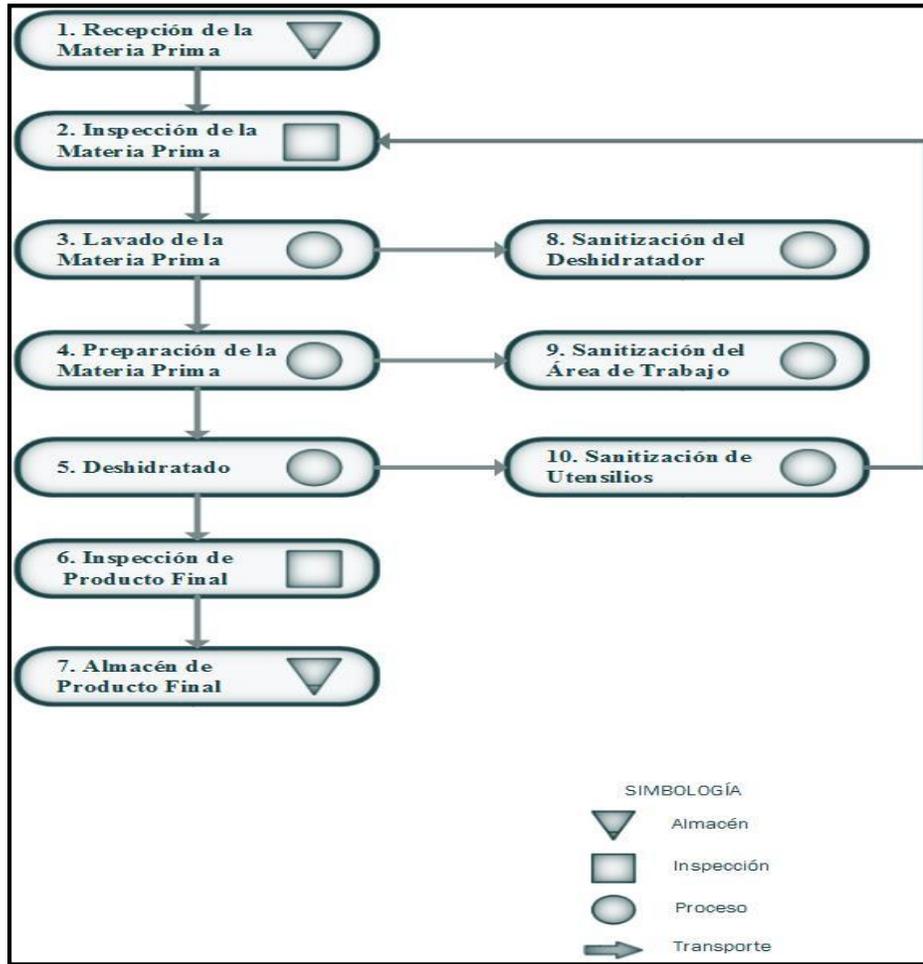


Ilustración 33 Etapas Principales del Proceso de Deshidratado

En la Tabla 14 se muestran los materiales necesarios para llevar a cabo el proceso de deshidratado, junto con costos totales, se incluye el área de administración para contabilizar el material necesario.

Tabla 14 Materiales necesarios para el proceso de deshidratado.

| Etapa | Material | Piezas | Precio Unitario [€] | Costo Total [€] |
|---|----------------------------|--------|---------------------|-----------------|
| Recepción y Almacén de Materia Prima | Cajas | 8 | \$ 174.00 | \$ 1,392.00 |
| | Diablito | 1 | \$ 950.00 | \$ 950.00 |
| Inspección Materia Prima | Mesa | 1 | \$ 2,300.00 | \$ 2,300.00 |
| Lavado MP | Caja-Contenedora | 1 | \$ 115.00 | \$ 115.00 |
| | lavadero -Mesa | 1 | \$ 7,875.00 | \$ 7,875.00 |
| Preparación Materia Prima | Refractario | 2 | \$ 100.00 | \$ 200.00 |
| | Cuchillo | 1 | \$ 124.00 | \$ 124.00 |
| | Tabla | 1 | \$ 80.00 | \$ 80.00 |
| | Botes de Basura | 1 | \$ 44.00 | \$ 44.00 |
| | Mesas | 1 | \$ 2,300.00 | \$ 2,300.00 |
| Sanitización del DGA | Cepillo | 1 | \$ 14.00 | \$ 14.00 |
| | Escoba | 1 | \$ 40.00 | \$ 40.00 |
| | Jalador | 1 | \$ 30.00 | \$ 30.00 |
| | Botas de agua | 1 | \$ 209.00 | \$ 209.00 |
| | Cubeta | 1 | \$ 19.00 | \$ 19.00 |
| | karcher | 1 | \$ 2,705.00 | \$ 2,705.00 |
| Sanitización del Área Trabajo | Jícaras | 1 | \$ 5.00 | \$ 5.00 |
| | Cepillos | 1 | \$ 14.00 | \$ 14.00 |
| | Jaladores Manuales | 1 | \$ 43.00 | \$ 43.00 |
| | Aspersor | 1 | \$ 30.00 | \$ 30.00 |
| Sanitización de Utensilios | | | | \$ - |
| | Escurreidor | 1 | \$ 50.00 | \$ 50.00 |
| | Cepillos | 1 | \$ 14.00 | \$ 14.00 |
| Deshidratado | Espiguero | 1 | \$ 2,500.00 | \$ 2,500.00 |
| Inspección de Producto terminado | Bascula Digital | 1 | \$ 1,250.00 | \$ 1,250.00 |
| | Mesa | 1 | \$ 2,300.00 | \$ 2,300.00 |
| Almacén de producto terminado | Anaqueles con Contenedores | 1 | \$ 409.00 | \$ 409.00 |
| Administración | Escritorio | 1 | \$ 2,602.00 | \$ 2,602.00 |
| | Telefono | 1 | \$ 330.00 | \$ 330.00 |
| | Laptop | 1 | \$ 5,099.00 | \$ 5,099.00 |
| | Bote de Basura | 1 | \$ 44.00 | \$ 44.00 |
| | Impresora-Escaner | 1 | \$ 1,000.00 | \$ 1,000.00 |

El proceso con el deshidratador geotérmico tiene una capacidad máxima de producción de 1.3 kilogramos de mango deshidratado al día, para obtener esta cantidad es necesario tener 16 kilogramos de mango fresco equivalentes a 50 mangos aproximadamente, lo cual es una producción pequeña y puede ser realizada por dos personas; ejecutando actividades diferentes y simultáneamente. Para este proceso se consideran 2 personas que serán capacitadas en cuanto a técnicas higiénicas, uso del deshidratador e inspecciones de materia prima y producto final. Las funciones y salarios del personal se muestran en la Ilustración 34, al tener que picarse menos de 17 kilos de mango al día el personal operativo también puede realizar la limpieza general del proceso.

Administrativo

- **Funciones:** Es responsable general de la planta, se encarga de la parte administrativa, recursos humanos, contabilidad, trado directo con clientes y proveedores e inventarios
- **Salario:**\$9,000

Operativo

- **Funciones:** Es responsable de la producción de mango deshidratado, se encarga de la Etapa 1, 2, 3, 4, 6 y 7, así como de colocar y retirar el mango en el deshidratador, registros y tiempos, cuando el deshidratador se encuentre en proceso el operario podrá realizar las etpas restantes que consisten en la limpieza de los materiaes empleados para el proceso.
- **Salario:**6,000

Ilustración 34 Mano de Obra necesaria

Los Tiempos de Operación a la semana, por cada etapa, se pueden observar en la ilustración 35.

| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|------------|--|---|---|---|---|---|---|
| 07:00 a.m. | Sanitización- Deshidratador | Sanitización- Área T |
| 08:00 a.m. | Sanitización- Área T | Fin Deshidratado Sanitización- Deshidratador Inspección PF (30 min) Almacén PF |
| 09:00 a.m. | Lavado MP | Lavado MP | Lavado MP | Lavado MP | Lavado MP | Lavado MP | Recepción MP (30 min) Inspección MP |
| 09:30 a.m. | Preparación MP Sanitización- Deshidratador | Preparación MP Sanitización- Deshidratador | Preparación MP Sanitización- Deshidratador | Preparación MP Sanitización- Deshidratador | Preparación MP Sanitización- Deshidratador | Preparación MP Sanitización- Deshidratador | |
| 11:00 a.m. | Inicio Deshidratado | Inicio Deshidratado | Inicio Deshidratado | Inicio Deshidratado | Inicio Deshidratado | Inicio Deshidratado | |
| 12:00 p.m. | Sanitización-Área T Deshidratado | Sanitización-Área T Deshidratado | Sanitización-Área T Deshidratado | Sanitización-Área T Deshidratado | Sanitización-Área T Deshidratado | Sanitización-Área T Deshidratado | |
| 01:00 p.m. | Sanitización- Utensilios Deshidratado | Sanitización- Utensilios Deshidratado | Sanitización- Utensilios Deshidratado | Sanitización- Utensilios Deshidratado | Sanitización- Utensilios Deshidratado | Sanitización- Utensilios Deshidratado | |
| 02:00 p.m. | Deshidratado | Deshidratado | Deshidratado | Deshidratado | Deshidratado | Deshidratado | |

Ilustración 35 Tiempos de operación: proceso de deshidratado

2.2.5.2 Áreas para la distribución de planta

Mediante la Norma de Espacio aplicable para determinar la superficie mínima por máquina, se tiene que el deshidratador estará a 45 cm de la pared y 60 cm en donde se coloque el operario. Para las demás áreas se obtuvieron mediante el reglamento de construcción (Nayarit, 2017), indicando que el área mínima para oficinas por una persona es de 5m², el área mínima para los baños es de 1.3 m por persona y en el caso de almacenes se deja como área opcional.

Los almacenes de materia prima y producto final son de 2.5 m x 2.5 m dejando 1 m para la parte de Inspección, tanto de Materia prima fresca como producto deshidratado, en el interior del almacén. Los pasillos y puertas se consideran de 1.20 m. En esta distribución se colocan dos áreas de estacionamiento; uno para la llegada de materia prima y otro para la salida del producto final, ambos cerca de los almacenes correspondientes. En la Ilustración 37 se muestra en color verde el flujo de la materia prima de acuerdo a la propuesta de planta.

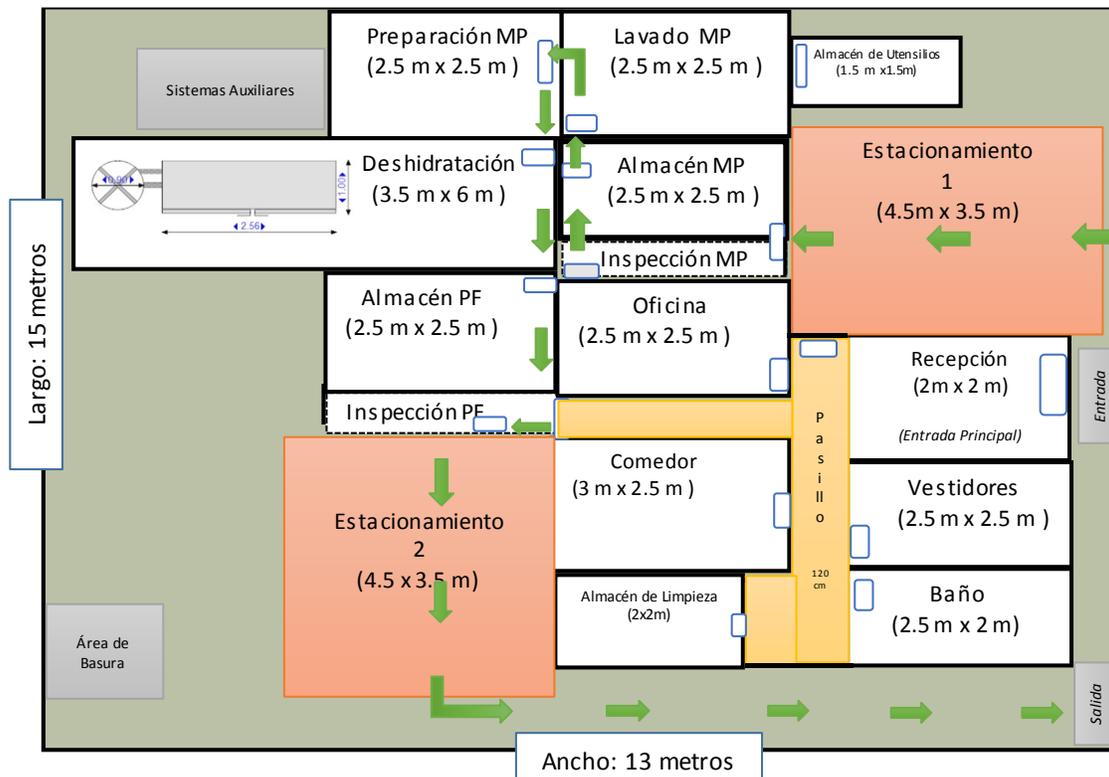


Ilustración 37 Propuesta de Distribución de planta

En la Tabla 16 se muestran las medidas de cada área que constituye el diseño de planta propuesta, el área total a construir será de 112.75 m², a pesar de esto se debe considerar tener un terreno de 15 m de largo x 13 m de ancho para colocar el adecuado acomodo de áreas, considerando espacio para los sistemas auxiliares, la entrada de un vehículo al almacén de producto final y un espacio entre bardas finales.

Tabla 15 Áreas de la Planta con dimensiones

| Área | Largo [m] | Ancho [m] | Alto [m] | Área [m ²] |
|---------------------------------|-----------|-----------|----------|------------------------|
| Almacén de la Materia Prima | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 6.25 |
| Lavado de la Materia Prima | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 6.25 |
| Preparación de la Materia Prima | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 6.25 |
| Deshidratado | 6 | 3.5 | 2.5 | 21 |
| Almacén de Producto Final | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 6.25 |
| Oficinas | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 6.25 |
| Vestidores | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 6.25 |
| Comedor | 2.5 | 3 | 2.5 | 7.5 |
| Baño | 2.5 | 2 | 2.5 | 5 |
| Almacén de Utensilios | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 2.25 |
| Almacén de Utensilios -Limpieza | 2 | 2 | 2.5 | 4 |
| Estacionamiento 2 | 4.5 | 3.5 | | 15.75 |
| Estacionamiento 1 | 4.5 | 3.5 | | 15.75 |
| Recepción | 2 | 2 | 2.5 | 4 |
| | | | | 112.75 |

Para obtener los costos de construcción de la obra se emplea un libro de costos unitarios (Alfonso, 2014), en el cual el autor propone un factor que multiplica al costo final de acuerdo a la localidad en donde se realiza la obra, se cuenta con un costo por metro cuadrado de construcción para naves industriales tanto de clase media y económica, para el costo final considere un promedio entre las dos clase, el resultado es un costos de \$ 402,100.11 por las áreas propuestas para el proceso productivo de deshidratado.

2.2.6 Conclusiones del Estudio Técnico

El deshidratador geotérmico es un prototipo diseñado de manera empírica, el cual requiere ser sometido al proceso de rediseño, de tal manera que exista un registro de las variables medidas que cumplan con un objetivo establecido para el diseño, pues al no existir datos concretos y no tener la seguridad de una configuración final del diseño se complica la evaluación competitiva del módulo deshidratador.

El costo del equipo, el tiempo y la capacidad de producción son variables cruciales en el desarrollo del proceso de diseño, al estar equilibradas ofrecen un producto competitivo para los fines establecidos del diseño. En el caso base del módulo deshidratador estas variables son inciertas y de ellas dependen otras necesarias para analizar su rentabilidad económica. Es por eso que se proponen rangos, obtenidos de valores experimentales reales, en la capacidad de producción en kilogramos frescos, los tiempos de operación y el rendimiento de producción en kilogramos de deshidratado. En el caso de la materia prima se estima un costo promedio a partir de fuentes primarias en Nayarit estableciéndose la posible ubicación y obtención de materia prima, de ahí se propone el personal necesario, los materiales y la disposición de áreas para el desarrollo del proceso, todas estas variables tendrán que ser evaluadas en el apartado siguiente para establecer que tan rentable es la propuesta junto con las características que ofrece el deshidratador.

2.3 Estudio Económico del Caso Base

En este capítulo se mostraran los flujos de efectivo necesarios para desarrollar el proyecto, de igual manera se tendrá el monto total de inversión para implementar un deshidratador geotérmico de baja entalpía en la región de San Pedro Lagunillas. Se establecerá un precio promedio de venta, el tiempo a operar de la máquina y se mostrarán consideraciones finales como los premisos de obra y la extracción del recurso geotérmico. En análisis de la rentabilidad se hará calculando el valor presente neto (VPN) del proyecto, la tasa interna de retorno (TIR), el tiempo de retorno (Tr) y la relación beneficio costo (B/C) de modo que al analizar los resultados se defina la rentabilidad del proyecto. Dichas variables se obtendrán para un proyecto de 10 años de vida.

2.3.1 Licencias y Permisos

En las Tablas 17 y 18 se muestran los permisos necesarios para instalar una planta deshidratadora de alimentos, así como los permisos de construcción para la obra civil. El monto total por dichos rubros es de \$229,781.53, los cuales se incluyen dentro de las inversiones en el año cero.

Tabla 16 Licencias y Permisos para el proyecto del Deshidratador Geotérmico

| Licencias y Permisos | Costo aproximado |
|--|------------------|
| Constitución notarial de la empresa | \$ 9,000.00 |
| SEMARNAT 04-002-A Recepción, Evaluación y Resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental. | \$ 30,069.45 |
| COFEPRIS por la solicitud de certificados para la exportación de alimentos | \$ 12,514.00 |
| COFEPRIS. Expedición de certificado sobre la calidad sanitaria fisicoquímica y bacteriológica del agua de uso y consumo humano | \$ 2,545.00 |
| COFEPRIS. Por el trámite y, en su caso, expedición del permiso sanitario en materia de publicidad vinculada a las actividades, productos, bienes y servicios a los que se refiere la Ley General de Salud. | \$ 32,219.62 |
| Registro ante FDA para exportación de alimentos a E.U.A. | \$ 111,280.00 |
| Obtención de la licencia municipal | \$ 616.00 |
| Inscripción en el Sistema de Información Empresarial (SIEM) | \$ 640.00 |

Tabla 17 Permisos de Construcción para la Obra Civil

| Manejo de permisos de construcción | Costo aproximado |
|--|------------------|
| Solicitud y obtención de dictamen de compatibilidad urbanística | \$ 150.00 |
| Solicitud y obtención de constancia de alineamiento | \$ 5,402.88 |
| Solicitud y obtención de constancia de número oficial | \$ 150.00 |
| Obtención de resolución de factibilidad para los servicios de agua potable y drenaje | \$ 12,000.00 |
| Solicitud y obtención de licencia de uso de suelo | \$ 1,301.66 |
| Solicitud y obtención de licencia de construcción | \$ 8,081.92 |
| Obtención de dictamen de ocupación de terreno por construcción (terminación de obra) | \$ 157.00 |

| | |
|---------------------|-------------|
| Recibir visto bueno | \$ 3,654.00 |
|---------------------|-------------|

2.3.1.1 Costo de la Extracción del Recurso Geotérmico

Para realizar la extracción del recurso geotérmico se requiere realizar una excavación a n cantidad de metros donde yace el recurso. El costo de la excavación va en función del tiempo y el tipo de maquina a requerir, pues es necesario conocer el tipo de suelo a perforar ya que existen casos en donde 1 metro se perfore en minutos y otros en donde 1 metro tarda horas. Es por eso que la cotización para la perforación de un pozo geotérmico requiere de estudios previos, sin embargo al tratar de obtener un monto aproximado se manejan rangos desde \$1, 000,000.00 hasta \$1, 500,000.00 para una perforación de 100 a 200 metros, como se observa en la tabla 19. Con estos valores se obtiene un promedio, el cual se define como un costo de inversión en el año cero.

Tabla 18 Costo aproximado de la perforación geotérmica. (Jimenez, 2017)

| | Costo aproximado | Perforación [m] |
|-----------------|------------------|-----------------|
| Rangos | \$ 1,000,000.00 | 100 |
| | \$ 1,500,000.00 | 200 |
| Promedio | \$ 1,250,000.00 | 150 |

2.3.2 Datos Generales

A continuación se presentan las consideraciones para general los flujos de efectivo y a su vez el cálculo del VPN.

La tasa de interés se calculó empleando el capital asset pricing model (CAPM) obteniéndose una tasa anual del 11%, la cual equivale a la TREMA, sin embargo el proyecto no se desarrollará durante toda el año debido a la estacionalidad de la materia prima transformando la tasa anual a trimestral, empleándose para el análisis una tasa trimestral de 2.6%.

Para calcular la depreciación se empleó la ley del Impuesto sobre la renta (ISR), mostrándose en la Tabla 20 las tasas para depreciar la infraestructura, maquinaria y equipo que constituyen al deshidratador.

Tabla 19 Depreciación

| Depreciación | | |
|--|----------|-------------------|
| Concepto | Cantidad | Justificación |
| Tasa de depreciación infraestructura | 5% | De la ley del ISR |
| Tasa de depreciación maquinaria y equipo | 15% | De la ley del ISR |

En la Tabla 21 se muestra la tasa de impuestos empleada.

Tabla 20 Impuestos

| Impuestos | | |
|------------------|-----------------|----------------------|
| Concepto | Cantidad | Justificación |
| ISR | 30% | De la Ley del ISR |

Los flujos de ingreso se calculan considerando los pronósticos del volumen de exportación de mango deshidratado hacia los E.U.A, así como el pronóstico del precio de venta de exportación. Se establece IIDEA entrará al mercado con su producción teórica del 0.004%, es decir se obtiene este porcentaje del pronóstico total de acuerdo a los trimestres de temporalidad del mango, para obtener los ingresos a futuro que el deshidratador geotérmico generaría y aportaría a la demanda de mango deshidratado a los E.U.A.

Tabla 21 Consideraciones para el cálculo de Ingresos

| Pronóstico de la exportación de mango deshidratado hacia E.U.A | | Producción teórica de IIDEA | Pronóstico del Precio de Venta |
|---|------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Periodo | TON | kg | MXN |
| 2017 (Trimestre 2) | 1235 | 50 | \$ 201.94 |
| 2017 (Trimestre 3) | 2246 | 92 | \$ 203.86 |
| 2018 (Trimestre 2) | 1447 | 59 | \$ 202.15 |
| 2018 (Trimestre 3) | 2614 | 107 | \$ 204.07 |
| 2019 (Trimestre 2) | 1658 | 68 | \$ 202.37 |
| 2019 (Trimestre 3) | 2982 | 122 | \$ 204.29 |
| 2020 (Trimestre 2) | 1869 | 76 | \$ 202.59 |
| 2020 (Trimestre 3) | 3350 | 137 | \$ 204.51 |
| 2021 (Trimestre 2) | 2080 | 85 | \$ 202.80 |
| 2021 (Trimestre 3) | 3718 | 152 | \$ 204.73 |
| 2022 (Trimestre 2) | 2291 | 93 | \$ 203.02 |
| 2022 (Trimestre 3) | 4087 | 167 | \$ 204.95 |
| 2023 (Trimestre 2) | 2503 | 102 | \$ 203.23 |
| 2023 (Trimestre 3) | 4455 | 182 | \$ 205.16 |
| 2024 (Trimestre 2) | 2714 | 111 | \$ 203.45 |
| 2024 (Trimestre 3) | 4823 | 197 | \$ 205.38 |
| 2025 (Trimestre 2) | 2925 | 119 | \$ 203.67 |
| 2025 (Trimestre 3) | 5191 | 212 | \$ 205.60 |
| 2026 (Trimestre 2) | 3136 | 128 | \$ 203.88 |
| 2026 Q3 | 5559 | 227 | \$ 205.82 |

En la Tabla 23, 24 y 25 se muestran las Inversiones, Costos de Operación y reinversiones empleados para realizar los flujos de costo a 10 años, equivalentes a 40 trimestres en los que sólo habrá flujos de efectivo en la temporada de mango (trimestres 2 y 3).

Tabla 22 Inversiones para el Proyecto de deshidratación con geotermia

| Inversión Inicial | |
|----------------------|-----------------|
| Pozo geotérmico | \$ 1,250,000.00 |
| Obra civil | \$ 402,100.11 |
| Licencias y permisos | \$ 229,781.53 |
| Deshidratador | \$ 204,978.98 |
| Materiales | \$ 34,087.00 |

Tabla 23 Costos de Operación para el Proyecto de deshidratación con geotermia

| Costos de Operación | |
|------------------------|--------------|
| Salarios | \$ 45,000.00 |
| Gastos de capacitación | \$ 12,500.00 |
| Materia prima | \$ 3,499.20 |
| Consumibles | \$ 3,307.88 |
| Consumo de agua | \$ 2,615.92 |
| Costos de transporte | \$ 1,632.60 |

Tabla 24 Reinversiones del Proyecto

| Reinversiones | |
|---------------------------------|------------|
| Cada año (mantenimiento) | \$350.00 |
| Cada 2 años (mantenimiento) | \$1,100.00 |
| Cada 5 años (costos operativos) | \$9,889.00 |
| Cada 8 años (costos operativos) | \$1,916.00 |

2.3.3 Rentabilidad del Proyecto

Para determinar si el proyecto del deshidratador geotérmico se emplean las siguientes afirmaciones para la toma de decisiones (Park, Fundamentos de Ingeniería Ecocómica, 2009):

- $VPN > 0$; Se acepta la inversión
- $VPN = 0$; Permanecemos indiferentes
- $VPN < 0$; No se acepta la inversión
- $TIR > \text{Tasa de interés}$; El proyecto es rentable
- $TIR < \text{Tasa de interés}$; El proyecto no es rentable
- $B/C > 1$; El proyecto es aceptable
- $B/C < 1$; El proyecto no es aceptable

Al realizar la plantilla de flujos de efectivo considerando impuestos se obtuvo el VPN, TIR y la Relación B/C. Los resultados se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25 Resultados Obtenidos

| Resultados Caso Base | |
|----------------------|------------------------|
| Inversión inicial | \$2,133,447.61 |
| Tasa de interés | 11.15% |
| TIR | - |
| Tr [Años] | 0.00 |
| b/c | 0.80 |
| VPN | -\$2,706,232.01 |

El VPN es negativo por lo tanto no se acepta la inversión, al ser este valor negativo no es posible obtener una tasa a la cual se recuperará dicha inversión y la Relación B/C es menor que uno siendo un proyecto no aceptable.

2.3.5 Conclusiones del Estudio Económico

El proyecto del deshidratador geotérmico no presenta ninguna rentabilidad para invertir en él. Se tendrá que realizar un análisis de sensibilidad para determinar las variables clave, en este caso los flujos de efectivo que más impactan al VPN para poder definir los costos que mayor repercusión tienen y poder establecer trabajo a futuro por realizar.

2.4 Conclusiones – Capítulo 2

El prototipo del deshidratador geotérmico requiere ser sometido a un riguroso proceso de rediseño, en el cual se tomen en cuenta las consideraciones de mercado ya estudiadas e incluso se indague más en el mercado de alimentos deshidratados para establecer una línea de negocio y a su vez parámetros de diseño, producción, tiempos de operación, precios de venta, entre otros. Lo anterior con el fin de alcanzar e incluso superar en calidad y costo unitario a la competencia actual en la línea de negocio definida.

En la parte de los flujos de costos, la energía geotérmica resulta un recurso costoso de obtener, por lo cual tendría que evaluarse las ventajas de emplear un recurso renovable comparado con los combustibles utilizados en el mercado. Siendo este flujo el monto dominante de todos. El segundo flujo de costos más elevado es la obra civil, la cual tendría que ser evaluada en un estudio posterior. En cuanto a los flujos de costos involucrados con el deshidratador se tiene una gran incertidumbre ya que no se cuenta con la información certera y no existen aún pruebas del deshidratador en campo. Sin embargo dichos flujos pueden ser variados con fines de estudio para conocer los valores en los que el proyecto es rentable, teniéndose así rangos y valores definidos de las variables de alto impacto para el proyecto.

En el capítulo siguiente se establecerán cuáles son las variables de alto impacto, también se propondrán escenarios donde los valores de los flujos se cambiaran de acuerdo a rangos ya establecidos.

Capítulo 3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA ESTIMAR EL COSTO DEL DESHIDRATADOR GEOTÉRMICO

En este capítulo se analizará el costo del deshidratador geotérmico, así como su capacidad de producción para ser rentable en un sistema productivo de deshidratado. Se empleará el mismo proceso productivo, aumentando en proporción los materiales, mano de obra, áreas, entre otros, con base en la materia prima a transformar para el proyecto de deshidratado, utilizando para estos ejemplos el costo y la productividad de los deshidratadores de la competencia directa en el estado de Nayarit, comparando la rentabilidad del costo y la producción contra el del deshidratador de IIDEA.

3.1 Análisis de los costos críticos del caso base

En el capítulo anterior se mostró que el proyecto propuesto para la deshidratación de mango mediante el equipo de grupo IIDEA, no es rentable debido a la baja producción que ofrece. Sin embargo se procede a realizar un análisis de los costos críticos mediante diagramas de Pareto, para corroborar si estos podrían ser costeados buscando el punto de equilibrio del valor presente, es decir, matemáticamente se puede obtener un valor de los costos críticos que hagan el $VPN=0$, no obstante esto no es rentable y mucho menos sucede en las inversiones para proyectos de inversión. Esto servirá para ejemplificar el cambio al utilizar el deshidratador geotérmico de grupo IIDEA y el de la competencia (deshidratador de la empresa Abari).

En el caso base la inversión inicial está constituida en su mayoría por el pozo geotérmico, como se muestra en la ilustración 38, al buscar el valor monetario del costo geotérmico para que nos e ganen ni pierdan utilidades se obtuvieron los resultados de la tabla 27, dando como resultados costos negativos mostrando la nula rentabilidad económica del proyecto.

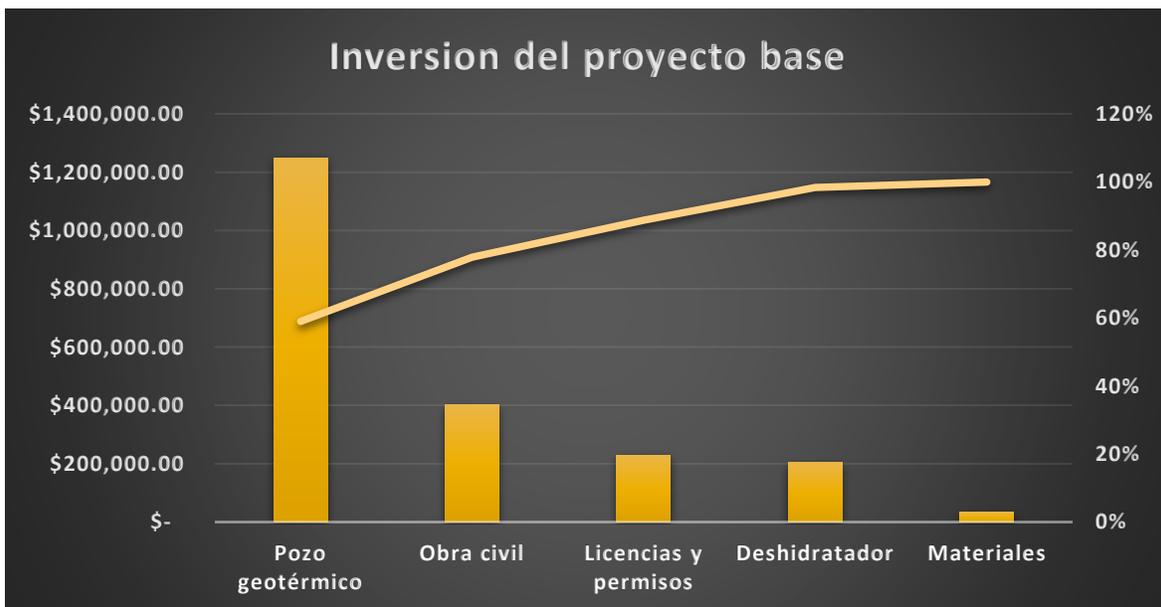


Ilustración 38 Costos críticos de la Inversión del Proyecto

Tabla 26 Costo del Pozo Geotérmico para un VPN=0

| Resultados | |
|-------------------|------------------------|
| Inversión inicial | -\$ 572,784.40 |
| Tasa de interés | 11% |
| TIR | 3% |
| Tr [años] | - |
| b/c | -3.9 |
| VPN | \$0.00 |
| Costo del Pozo | -\$1,456,232.01 |

Dentro de los costos operativos se tiene que los salarios a los trabajadores, que tan sólo son dos, son demasiado altos, significando que los ingresos generados no son suficientes para el pago de la mano de obra, lo cual es un punto clave para cualquier proceso productivo. Al tratar de encontrar un valor para que el VPN fuera cero, se tiene un valor negativo, corroborando lo antes expuesto.



Ilustración 39 Costos críticos de la operación del proyecto

Otro de los costos a analizar es el del deshidratador geotérmico, al buscar que valor haría que el VPN=0 se obtiene un factor negativo, significando que no es rentable emplear la tecnología (aún en fase de prototipo) ya que no puede ser financiada dentro del procesos. Para profundizar acerca de la capacidad del deshidratador geotérmico se busca el valor de producción teórico en el cual no se gane ni pierda, obteniéndose el primer y único factor positivo del proyecto base de deshidratación con la tecnología de IIDEA.

Si el deshidratador geotérmico produjera un 0.061%, del total del pronóstico del mango deshidratado enviado a los E.U.A., se tendría un VPN=0 pudiéndose financiar todos los costos propuestos para el desarrollo del proyecto, obsérvese la tabla 29. Lo anterior significa y corrobora que la poca producción del prototipo de deshidratador geotérmico es insuficiente para introducirlo en un proceso productivo en el cual la demanda del producto principal es elevada.

Tabla 27 Factor de Producción del Deshidratador Geotérmico.

| Resultados | |
|-------------------|-----------------|
| Inversión inicial | \$ 2,133,543.61 |
| Tasa de interés | 11% |
| TIR | 3% |
| Tr [años] | 0.00 |
| b/c | 1.5 |
| VPN | \$ - |
| Producción DGA | 0.061% |

Estos resultados son significativos para el diseño del deshidratador ya que al ser un equipo que requiere la instalación de un pozo, así como intercambiadores de calor; cuyo costo es elevado al abastecer más cantidad de energía geotérmica, pero lo más importante es que no se conoce un costos concreto ya que no se conocen las especificaciones para una producción más elevada.

Si bien el desarrollo de un nuevo producto es complejo, al tratar de equilibrar variables como el costo unitario, la calidad del producto y el tiempo de desarrollo, es necesario analizar todo el entorno alrededor del producto, el deshidratador geotérmico diseñado por grupo IIDEA es un prototipo funcional, sin embargo no puede ser empleado para un proceso productivo de deshidratado que involucra costos como mano de obra, materiales y herramientas para desarrollar el proceso, inversiones necesarias para comenzar el proyecto y sobretodo algo muy importante, es financiar su propia fuente de energía, el pozo geotérmico. La variable clave para poder introducir este tipo de tecnología a procesos de deshidratado es la productividad, si bien es algo innovador que sea con este tipo de energía renovable, al momento de competir en el mercado la capacidad de producir grandes cantidades de mango deshidratado, de buena calidad y a un precio competitivo para el mercado es lo crucial para generar utilidades.

3.2 Caso base empleando un deshidratador de la competencia

Debido a que el deshidratador geotérmico de IIDEA no resulta rentable para ser introducido a un proceso de deshidratado, se utilizará el costo y producción del deshidratador de la empresa Abari (planta 1), debido a la cercanía de la región donde se instalará el proyecto y a la información proporcionada por la empresa, el equipo produce aproximadamente 1,754 kilogramos de mango deshidratado y se estimó que si costo aproximado es de \$359,950.66. Esta tecnología y producción se agregan al proceso productivo previamente explicado el Estudio Técnico, sin embargo al ser un volumen de producción mayor el personal incrementa a 114, contando con director general, jefe de producción y logística, técnico de mantenimiento, operativos que realizaran el lavado picado y acomodo de la materia prima, personal de limpieza, personal que maneje montacargas para el área de almacén, así como para transportar la materia prima a las distintas áreas de la planta. Al ser un volumen elevado se emplean tres máquinas lavadoras de mango cotizadas vía telefónica en Michoacán.

Tabla 28 Inversiones y Gastos del Caso Base

| Inversiones | | Costos de Operación | |
|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Licencias y permisos | \$ 378,333.29 | Materia prima | \$ 5,248,800.00 |
| Pozo geotérmico | \$ 1,250,000.00 | Salarios | \$ 4,874,758.50 |
| Obra civil | \$ 4,346,831.83 | Consumibles | \$ 136,029.24 |
| Deshidratador | \$ 359,950.66 | Consumo eléctrico | \$ 84,000.00 |
| Materiales | \$ 1,321,602.60 | Consumo de agua | \$ 106,043.41 |
| | | Costos de transporte | \$ 615,649.11 |
| | | Capacitación | \$ 50,000.00 |

Al realizar el estudio económico para el caso base se obtienen los valores mostrados en la Tabla 31, se emplearon los mismos pronósticos de precios y volumen, mostrados previamente en el estudio de mercado, para calcular los ingresos a futuro del proyecto, se tiene que con la producción de casi dos toneladas de deshidratado durante los trimestres 2 y 3 de los próximos diez años se estaría cubriendo la demanda de exportación de los E.U.A. con un 4%. El tiempo de retorno de la inversión de \$7, 806,718.37 se recupera en dos años, el VPN del proyecto resulta bastante generoso a diferencia de la nula producción del deshidratador IIDEA e incluso con un costo mayor del deshidratador.

Tabla 29 VPN del caso base

| Resultados Caso Base | |
|----------------------|-----------------|
| Inversión inicial | \$ 7,806,718.37 |
| Tasa de interés | 11.15% |
| TIR | 19.15% |
| Tr [Años] | 2 |
| b/c | 1.40 |
| VPN | \$80,830,454.21 |

3.3 Análisis de sensibilidad de los costos críticos del caso base

En todo proyecto de inversión existen costos críticos, de modo que al incrementarse a lo largo de la vida del proyecto repercuten directamente en las ganancias generadas. En la ilustración 58 se muestran cuáles son los costos más elevados dentro de la Inversión.

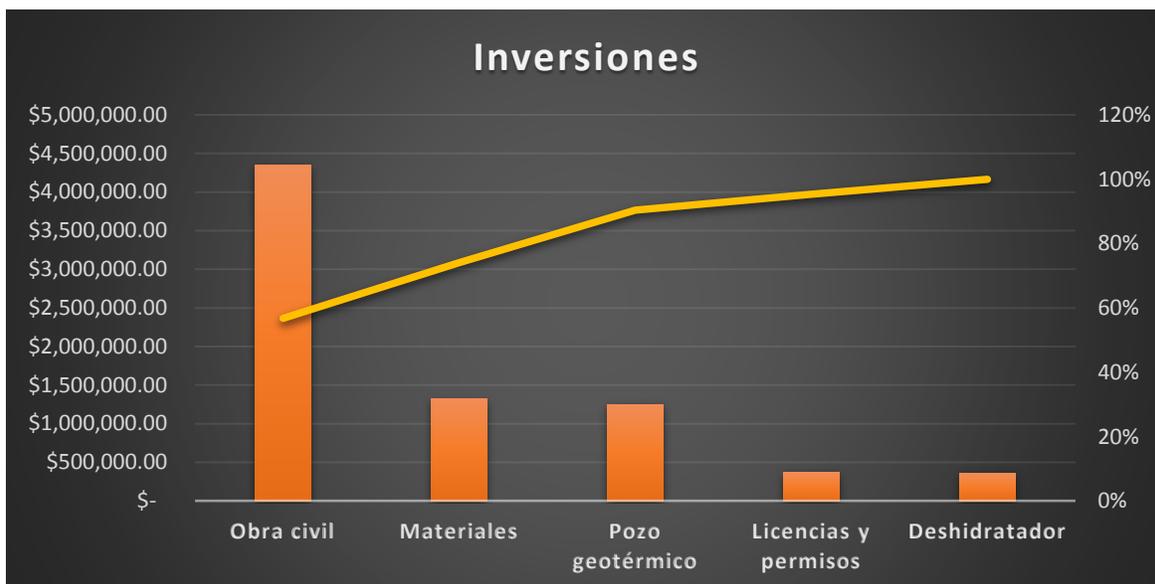


Ilustración 40 Costos críticos de la Inversión

En la ilustración 59 se muestran los costos máximos de operación.



Ilustración 41 Costos críticos de operación

A continuación se realiza en análisis de sensibilidad del VPN, variando el costo de la materia prima, el del deshidratador, el número de trabajadores, el costo del deshidratador y el aumento de la producción. Con el fin de observar que tan sensible es el VPN al cambio de los costos antes mencionados. Se realizará la modificación de dos variables al mismo tiempo, la primera combinación es el aumento el precio del mango fresco, contra el aumento del costo del deshidratador, en la ilustración 42 se realiza la representación de este análisis mediante un diagrama de caja negra.



Ilustración 42 Diagrama de caja negra modificando las variables de entrada; materia Prima y costo del deshidratador

En la tabla 32 se muestran los resultados del análisis presentado anteriormente, se puede observar que al aumentar más de \$3.50 el kilogramo de mango, se tienen valores negativos del VPN. Esto concuerda con la información proporcionada por Agroindustrias ya que al aumentar a más de \$100 la caja de mango dejaba de ser rentable, esto muestra que el costo de la materia prima es una variable crítica al tener un margen mínimo para variar, teniendo que estar siempre en un rango para obtener ganancias.

Tabla 30 Variación del VPN con el incremento del costo de la materia prima vs el costo del deshidratador

| VPN= \$80,830,454.21 | \$ 2.43 | \$ 2.93 | \$ 3.43 | \$ 3.93 | \$ 4.43 | \$ 4.93 | \$ 5.43 | \$ 5.93 | \$ 6.43 |
|----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| \$ 359,950.66 | \$ 80,830,454.21 | \$ 72,011,771.10 | \$ 62,562,203.94 | \$ 52,743,672.71 | \$ 42,630,728.11 | \$ 31,997,367.33 | \$ 21,163,785.42 | \$ 9,917,018.47 | -\$ 2,304,510.99 |
| \$ 7,095,821.84 | \$ 74,094,583.03 | \$ 65,275,899.92 | \$ 55,826,332.76 | \$ 46,007,801.53 | \$ 35,894,856.93 | \$ 25,261,496.15 | \$ 14,427,914.24 | \$ 3,181,147.29 | -\$ 9,040,382.17 |
| \$ 13,831,693.02 | \$ 67,358,711.85 | \$ 58,540,028.74 | \$ 49,090,461.58 | \$ 39,271,930.35 | \$ 29,158,985.75 | \$ 18,525,624.97 | \$ 7,692,043.06 | -\$ 3,554,723.89 | -\$ 15,776,253.35 |
| \$ 20,567,564.20 | \$ 60,622,840.67 | \$ 51,804,157.56 | \$ 42,354,590.40 | \$ 32,536,059.17 | \$ 22,423,114.57 | \$ 11,789,753.79 | \$ 956,171.88 | -\$ 10,290,595.07 | -\$ 22,512,124.53 |
| \$ 27,303,435.38 | \$ 53,886,969.49 | \$ 45,068,286.38 | \$ 35,618,719.22 | \$ 25,800,187.99 | \$ 15,687,243.39 | \$ 5,053,882.61 | -\$ 5,779,699.30 | -\$ 17,026,466.25 | -\$ 29,247,995.71 |
| \$ 34,039,306.56 | \$ 47,151,098.31 | \$ 38,332,415.20 | \$ 28,882,848.04 | \$ 19,064,316.81 | \$ 8,951,372.21 | -\$ 1,681,988.57 | -\$ 12,515,570.48 | -\$ 23,762,337.43 | -\$ 35,983,866.89 |
| \$ 40,775,177.74 | \$ 40,415,227.13 | \$ 31,596,544.02 | \$ 22,146,976.86 | \$ 12,328,445.63 | \$ 2,215,501.03 | -\$ 8,417,859.75 | -\$ 19,251,441.66 | -\$ 30,498,208.61 | -\$ 42,719,738.07 |
| \$ 47,511,048.92 | \$ 33,679,355.95 | \$ 24,860,672.84 | \$ 15,411,105.68 | \$ 5,592,574.45 | -\$ 4,520,370.15 | -\$ 15,153,730.93 | -\$ 25,987,312.84 | -\$ 37,234,079.79 | -\$ 49,455,609.25 |
| \$ 54,246,920.10 | \$ 26,943,484.77 | \$ 18,124,801.66 | \$ 8,675,234.50 | -\$ 1,143,296.73 | -\$ 11,256,241.33 | -\$ 21,889,602.11 | -\$ 32,723,184.02 | -\$ 43,969,950.97 | -\$ 56,191,480.43 |
| \$ 60,982,791.28 | \$ 20,207,613.59 | \$ 11,388,930.48 | \$ 1,939,363.32 | -\$ 7,879,167.91 | -\$ 17,992,112.51 | -\$ 28,625,473.29 | -\$ 39,459,055.20 | -\$ 50,705,822.15 | -\$ 62,927,351.61 |
| \$ 67,718,662.46 | \$ 13,471,742.41 | \$ 4,653,059.30 | -\$ 4,796,507.86 | -\$ 14,615,039.09 | -\$ 24,727,983.69 | -\$ 35,361,344.47 | -\$ 46,194,926.38 | -\$ 57,441,693.33 | -\$ 69,663,222.79 |
| \$ 74,454,533.64 | \$ 6,735,871.23 | -\$ 2,082,811.88 | -\$ 11,532,379.04 | -\$ 21,350,910.27 | -\$ 31,463,854.87 | -\$ 42,097,215.65 | -\$ 52,930,797.56 | -\$ 64,177,564.51 | -\$ 76,399,093.97 |
| \$ 81,190,404.82 | \$ 0.05 | -\$ 8,818,683.06 | -\$ 18,268,250.22 | -\$ 28,086,781.45 | -\$ 38,199,726.05 | -\$ 48,833,086.83 | -\$ 59,666,668.74 | -\$ 70,913,435.69 | -\$ 83,134,965.15 |

Si bien el costo del deshidratador cuenta con un margen amplio para el incremento de su costo, se tiene que considerar que el mínimo aumento en la materia prima puede llevar al proyecto a producir menores utilidades ganándose incluso menos de lo que se invierte. Es entonces cuando el costo del deshidratador se ve limitado a costar menos alrededor de 20 millones para tener un margen de aumento menor a \$2.00 en el kilogramo de mango, esto resulta una desventaja al no ser un margen amplio, de lo contrario el deshidratador debe costar menos para incrementar dicho margen.

La siguiente combinación es el aumento del costo de la materia prima y el número de trabajadores, esto se representa en la ilustración 43.



Ilustración 43 Diagrama de caja negra modificando las variables de entrada; materia prima y número de trabajadores

Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 33.

Tabla 31 Variación del VPN con el incremento en el costo de la materia prima vs el incremento de los trabajadores

| VPN = \$80,830,454.21 | \$ 2.43 | \$ 2.93 | \$ 3.43 | \$ 3.93 | \$ 4.43 | \$ 4.93 | \$ 5.43 | \$ 5.93 | \$ 6.43 |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 115 | \$ 80,830,454.21 | \$ 72,011,771.11 | \$ 62,562,203.94 | \$ 52,743,672.72 | \$ 42,630,728.11 | \$ 31,997,367.33 | \$ 21,163,785.42 | \$ 9,917,018.48 | -\$ 2,304,510.99 |
| 178 | \$ 70,989,446.06 | \$ 61,539,878.89 | \$ 51,649,578.52 | \$ 41,536,633.91 | \$ 30,838,702.27 | \$ 19,947,025.82 | \$ 8,700,258.88 | -\$ 3,659,888.89 | -\$ 16,207,716.58 |
| 241 | \$ 60,517,553.84 | \$ 50,555,484.33 | \$ 40,389,823.97 | \$ 29,680,037.22 | \$ 18,730,266.22 | \$ 7,417,139.59 | -\$ 5,015,266.79 | -\$ 17,610,119.92 | -\$ 30,725,074.03 |
| 304 | \$ 49,461,390.13 | \$ 39,231,158.92 | \$ 28,521,372.16 | \$ 17,513,506.62 | \$ 6,114,029.48 | -\$ 6,370,644.69 | -\$ 19,012,523.27 | -\$ 32,205,167.12 | -\$ 46,124,565.61 |
| 367 | \$ 38,072,493.86 | \$ 27,362,707.11 | \$ 16,296,747.03 | \$ 4,802,022.70 | -\$ 7,726,022.59 | -\$ 20,414,926.61 | -\$ 33,685,260.21 | -\$ 47,646,967.60 | -\$ 61,741,021.21 |
| 430 | \$ 26,204,042.06 | \$ 15,079,987.43 | \$ 3,446,644.80 | -\$ 9,081,400.49 | -\$ 21,817,329.96 | -\$ 35,165,353.30 | -\$ 49,169,369.59 | -\$ 63,301,488.61 | -\$ 78,151,198.51 |
| 493 | \$ 13,863,227.83 | \$ 2,091,266.90 | -\$ 10,436,778.39 | -\$ 23,219,733.31 | -\$ 36,645,446.39 | -\$ 50,691,771.58 | -\$ 64,861,956.00 | -\$ 79,781,563.54 | -\$ 95,047,843.49 |
| 556 | \$ 735,889.00 | -\$ 11,792,156.29 | -\$ 24,622,136.65 | -\$ 38,142,289.22 | -\$ 52,214,173.56 | -\$ 66,422,423.40 | -\$ 81,411,928.57 | -\$ 96,712,456.05 | -\$ 112,098,822.87 |
| 619 | -\$ 13,147,534.19 | -\$ 26,024,540.00 | -\$ 39,664,691.21 | -\$ 53,736,575.55 | -\$ 67,982,890.79 | -\$ 83,042,293.60 | -\$ 98,377,068.61 | -\$ 113,821,886.28 | -\$ 129,789,531.49 |

El escenario actual de una empresa o planta industrial que produce aproximadamente 1.7 toneladas de mango deshidratado emplea a 115 trabajadores, con el costo de materia prima de \$2.43 por kilogramo de mango fresco, de igual manera que en la Tabla 32 el incremento del costo de kilogramo de mango impacta al grado tal que si este costo incrementa \$4.00 el proyecto dejaría de ser rentable, lo cual respalda por qué la duración del proyecto se realiza durante la temporada de cosecha de mango, siendo los trimestres 2 y 3 del año.

Empero es importante tener en cuenta lo sensible que es el proyecto ante el incremento del kilogramo de mango, pues tan solo al aumentar más de 60 trabajadores en la planta de deshidratado se reduce el margen para el aumento del kilogramo de materia prima ahora a tan sólo \$3.00.

Si bien un aumento o reducción del personal tendría que ser analizado por un estudio del trabajo, si se incrementa el volumen de producción tendría que aumentar el número de trabajadores en cierta manera, un ejemplo es la empresa Abari la cual cuenta con más de 350 trabajadores en dos plantas que producen 3.8 toneladas de deshidratado lo cual equivaldría a un 8% del pronóstico de exportaciones que México mandará a E.U.A. en los próximos 10 años. Otra gran ventaja de esta empresa es que cuenta con sus propios cultivos de mango en distintas parcelas del municipio de Compostela.

De nuevo el volumen de producción resulta un factor vital para unas mayores utilidades en este proyecto de la comercialización de mango deshidratado, siendo congruente que a mayores ventas mayores ganancias, teniéndose que encontrar un equilibrio entre los gastos de operación para llevar a cabo el proyecto, tanto al inicio como durante su ciclo de vida, de tal modo que las ganancias siempre sean lo más elevadas posibles.

Por lo antes mencionado se realiza el análisis de sensibilidad aumentando de nuevo el costo de la materia prima pero esta vez contra el incremento de la producción.



Ilustración 44 Diagrama de caja negra modificando las variables de entrada: materia prima y producción

En la Tabla 34 se observa como el aumento de producción otorga un margen más amplio al costo de la materia prima, pues al producir más de lo establecido se tolera un costo de hasta \$6.34 por kilogramo teniéndose un VPN positivo sin verse afectado por el incremento de la materia prima y una vez más se observa como el proyecto tolera un aumento únicamente de \$3.00 con el actual 4.1%, información estimada de acuerdo a la total del deshidratador de la empresa Abari.

Tabla 32 Variación del VPN con el incremento en el costo de la materia prima vs el incremento de la producción

| VPN=\$80,830,454.21 | \$ 2.43 | \$ 2.93 | \$ 3.43 | \$ 3.93 | \$ 4.43 | \$ 4.93 | \$ 5.43 | \$ 5.93 | \$ 6.43 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 2.0% | -\$ 22,747,972.85 | -\$ 36,895,061.35 | -\$ 52,069,724.41 | -\$ 67,780,180.03 | -\$ 83,825,259.68 | -\$ 100,315,882.34 | -\$ 117,152,627.32 | -\$ 134,249,320.37 | -\$ 151,633,798.43 |
| 2.7% | \$ 16,108,518.74 | \$ 5,023,325.40 | -\$ 7,160,327.92 | -\$ 19,918,921.97 | -\$ 33,708,396.56 | -\$ 47,914,347.92 | -\$ 63,066,538.98 | -\$ 78,520,749.80 | -\$ 94,488,395.01 |
| 3.4% | \$ 49,649,567.27 | \$ 39,715,347.04 | \$ 29,407,836.41 | \$ 18,698,049.65 | \$ 7,470,171.94 | -\$ 4,732,419.46 | -\$ 17,362,117.60 | -\$ 30,650,092.64 | -\$ 44,668,820.28 |
| 4.1% | \$ 80,830,454.21 | \$ 72,011,771.11 | \$ 62,562,203.94 | \$ 52,743,672.72 | \$ 42,630,728.11 | \$ 31,997,367.33 | \$ 21,163,785.42 | \$ 9,917,018.48 | -\$ 2,304,510.99 |
| 4.8% | \$ 110,555,111.95 | \$ 102,532,498.75 | \$ 93,820,261.61 | \$ 84,924,407.77 | \$ 75,474,840.61 | \$ 65,771,998.39 | \$ 55,659,053.78 | \$ 45,296,685.00 | \$ 34,586,898.25 |
| 5.5% | \$ 139,644,324.02 | \$ 131,751,613.62 | \$ 123,858,903.23 | \$ 115,522,306.15 | \$ 106,810,069.00 | \$ 97,837,044.44 | \$ 88,387,477.28 | \$ 78,800,324.06 | \$ 68,687,379.46 |
| 6.2% | \$ 168,733,536.09 | \$ 160,840,825.69 | \$ 152,948,115.30 | \$ 145,055,404.90 | \$ 137,162,694.51 | \$ 128,512,113.55 | \$ 119,799,876.40 | \$ 110,749,681.11 | \$ 101,300,113.95 |
| 6.9% | \$ 197,822,748.15 | \$ 189,930,037.76 | \$ 182,037,327.36 | \$ 174,144,616.97 | \$ 166,251,906.57 | \$ 158,359,196.18 | \$ 150,214,158.09 | \$ 141,501,920.94 | \$ 132,789,683.80 |
| 7.6% | \$ 226,911,960.22 | \$ 219,019,249.82 | \$ 211,126,539.43 | \$ 203,233,829.03 | \$ 195,341,118.64 | \$ 187,448,408.24 | \$ 179,555,697.85 | \$ 171,662,987.45 | \$ 163,203,965.49 |
| 8.3% | \$ 256,001,172.28 | \$ 248,108,461.89 | \$ 240,215,751.49 | \$ 232,323,041.10 | \$ 224,430,330.70 | \$ 216,537,620.31 | \$ 208,644,909.92 | \$ 200,752,199.52 | \$ 192,859,489.13 |
| 9.0% | \$ 285,090,384.35 | \$ 277,197,673.96 | \$ 269,304,963.56 | \$ 261,412,253.17 | \$ 253,519,542.77 | \$ 245,626,832.38 | \$ 237,734,121.98 | \$ 229,841,411.59 | \$ 221,948,701.19 |

La variación del VPN al incrementar la producción va en aumento de tal manera que esta variable resulta vital para la rentabilidad del proyecto.

El último análisis que se realiza es para precisamente para mostrar la vitalidad de una producción elevada y constante, al incrementar la producción y a su vez el costo del deshidratador.



Ilustración 45 Diagrama de caja negra modificando las variables de entrada; producción y costo del deshidratador

En la Tabla 35 se muestra como este incremento de la producción soporta el incremento del costo del deshidratador, sin embargo se debe considerar que la inversión también aumenta resultando un proyecto en el que se invierte mucho y se tienen pocas ganancias al final del dicho proyecto. Es interesante como la materia prima tienen una relación importante las cuales afectan directamente a las ganancias del proyecto, pues a su vez la materia prima limita el costo del deshidratador de tal modo que el deshidratador debe ser productivo a un costo razonable para el mercado, pero sobre todo para la rentabilidad de un proyecto de deshidratación de mango en el estado de Nayarit.

Tabla 33 Variación del VPN con el incremento de la producción vs el incremento en el costo del deshidratador

| VPN= \$80,830,454.21 | 2.0% | 2.7% | 3.4% | 4.1% | 4.8% | 5.5% | 6.2% | 6.9% | 7.6% |
|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| \$ 359,950.66 | -\$ 22,747,972.85 | \$ 16,108,518.73 | \$ 49,649,567.27 | \$ 80,830,454.21 | \$ 110,555,111.95 | \$ 139,644,324.02 | \$ 168,733,536.08 | \$ 197,822,748.15 | \$ 226,911,960.22 |
| \$ 7,095,821.84 | -\$ 29,483,844.03 | \$ 9,372,647.55 | \$ 42,913,696.09 | \$ 74,094,583.03 | \$ 103,819,240.77 | \$ 132,908,452.84 | \$ 161,997,664.90 | \$ 191,086,876.97 | \$ 220,176,089.04 |
| \$ 13,831,693.02 | -\$ 36,219,715.21 | \$ 2,636,776.37 | \$ 36,177,824.91 | \$ 67,358,711.85 | \$ 97,083,369.59 | \$ 126,172,581.66 | \$ 155,261,793.72 | \$ 184,351,005.79 | \$ 213,440,217.86 |
| \$ 20,567,564.20 | -\$ 42,955,586.39 | -\$ 4,099,094.81 | \$ 29,441,953.73 | \$ 60,622,840.67 | \$ 90,347,498.41 | \$ 119,436,710.48 | \$ 148,525,922.54 | \$ 177,615,134.61 | \$ 206,704,346.68 |
| \$ 27,303,435.38 | -\$ 49,691,457.57 | -\$ 10,834,965.99 | \$ 22,706,082.55 | \$ 53,886,969.49 | \$ 83,611,627.23 | \$ 112,700,839.30 | \$ 141,790,051.36 | \$ 170,879,263.43 | \$ 199,968,475.50 |
| \$ 34,039,306.56 | -\$ 56,427,328.75 | -\$ 17,570,837.17 | \$ 15,970,211.37 | \$ 47,151,098.31 | \$ 76,875,756.05 | \$ 105,964,968.12 | \$ 135,054,180.18 | \$ 164,143,392.25 | \$ 193,232,604.32 |
| \$ 40,775,177.74 | -\$ 63,163,199.93 | -\$ 24,306,708.35 | \$ 9,234,340.19 | \$ 40,415,227.13 | \$ 70,139,884.87 | \$ 99,229,096.94 | \$ 128,318,309.00 | \$ 157,407,521.07 | \$ 186,496,733.14 |
| \$ 47,511,048.92 | -\$ 69,899,071.11 | -\$ 31,042,579.53 | \$ 2,498,469.01 | \$ 33,679,355.95 | \$ 63,404,013.69 | \$ 92,493,225.76 | \$ 121,582,437.82 | \$ 150,671,649.89 | \$ 179,760,861.96 |
| \$ 54,246,920.10 | -\$ 76,634,942.29 | -\$ 37,778,450.71 | -\$ 4,237,402.17 | \$ 26,943,484.77 | \$ 56,668,142.51 | \$ 85,757,354.58 | \$ 114,846,566.64 | \$ 143,935,778.71 | \$ 173,024,990.78 |
| \$ 60,982,791.28 | -\$ 83,370,813.47 | -\$ 44,514,321.89 | -\$ 10,973,273.35 | \$ 20,207,613.59 | \$ 49,932,271.33 | \$ 79,021,483.40 | \$ 108,110,695.46 | \$ 137,199,907.53 | \$ 166,289,119.60 |
| \$ 67,718,662.46 | -\$ 90,106,684.65 | -\$ 51,250,193.07 | -\$ 17,709,144.53 | \$ 13,471,742.41 | \$ 43,196,400.15 | \$ 72,285,612.22 | \$ 101,374,824.28 | \$ 130,464,036.35 | \$ 159,553,248.42 |
| \$ 74,454,533.64 | -\$ 96,842,555.83 | -\$ 57,986,064.25 | -\$ 24,445,015.71 | \$ 6,735,871.23 | \$ 36,460,528.97 | \$ 65,549,741.04 | \$ 94,638,953.10 | \$ 123,728,165.17 | \$ 152,817,377.24 |
| \$ 81,190,404.82 | -\$ 103,578,427.01 | -\$ 64,721,935.43 | -\$ 31,180,886.89 | \$ 0.05 | \$ 29,724,657.79 | \$ 58,813,869.86 | \$ 87,903,081.92 | \$ 116,992,293.99 | \$ 146,081,506.06 |

3.4 Costo del deshidratador geotérmico

Actualmente el prototipo de IIIDEA tiene la desventaja en la baja producción que ofrece, así como un costo elevado para dicha producción, al comparar la información secundaria debido a que las empresas encuestadas no revelaron los costos de su tecnología, teniendo que emplear información de tiendas en línea sobre los deshidratadores. En la Tabla 8 presentada en el Estudio de Mercado, se observa que el costo del deshidratador geotérmico debiera ofrecer una producción de aproximadamente 500 kilogramos de mango deshidratado al día comparado con los deshidratadores de gas y eléctricos que existen en el mercado. Si bien la tecnología que emplea el deshidratador diseñado por Grupo IIIDEA es novedosa y no existe otro deshidratador similar ni con la fuente de energía presentada en esta tesis, lo cual complica las bases para estimar un costo acerca de un deshidratador geotérmico, teniéndose una aproximación teórica del costo de un diseño más productivo (más de 500 kilogramos) pero con un costo de más de cinco millones, los datos exactos son confidenciales y siguen en adecuaciones. Al ser una tecnología renovable debe mostrar que está a la altura de los deshidratadores convencionales en cuanto a productividad, además de contar con la ventaja del ahorro de gas, pero también debe ajustarse a proceso productivo de deshidratación lo cual se ve limitado por la fuente de alimentación, en este caso la energía geotérmica. Los análisis de sensibilidad muestran que el costo del deshidratador y el pozo geotérmico pueden ser soportados con una producción elevada (más de una tonelada de deshidratador al día) y un margen amplio para el posible incremento de la materia prima.

Con la información previa recabada se tiene un caso base que produce más de 1.7 toneladas de mango deshidratado con un equipo de \$ 359,950.66, este valor se establece para emplearlo en la simulación Monte Carlo como valor medio y óptimo para un deshidratador que produce esta cantidad de producto, resultado razonable el costo comparado con otros deshidratadores mostrados en el capítulo 2.

3.5 Conclusiones Capitulo 3

El proyecto de inversión acerca de deshidratar mango con energía geotérmica, resulta rentable al tener una producción mayor de 1000 kilogramos de deshidratado por día, lo cual según la demanda pronosticada equivale a casi el 2.7% de las exportaciones que México envía a los E.U.A., con esta producción y el costo del deshidratado previamente establecido, se generan ganancias. Al ser mayor la producción, incluso se puede considerar costos más elevados en el equipo de deshidratado. Por otro lado existe un costo en el cual se debe tener un margen muy estrecho, siendo la materia prima el costo que más impactaría al ser incrementado de manera mínima, es decir tan sólo por aumentar un peso por kilogramo. Al realizarse este tipo de análisis se cuenta con las herramientas para una mejor toma de decisiones, como lo es la duración del proyecto en temporadas altas de mango y se prevén para tener en cuenta un mejor acceso a la materia prima. Otra toma de decisión importante es la productividad que se establecerá en la planta, la cual debe costear la tecnología renovable, así como los cambios en precio del mango. Con este análisis se busca dar una aproximación sobre las áreas en las que se debe trabajar para una mejor optimización en pro de un proyecto de deshidratación con energía renovable a un costo competitivo para el mercado actual de mango deshidratado.

Capítulo 4. MODELO DE SIMULACIÓN MONTE CARLO EMPLEANDO PRÓNOSTICOS ESTIMADOS A TRAVÉS DEL MÉTODO DE HOLT WINTERS

En este último apartado se mostrará la simulación Monte Carlo del modelo matemático del caso base, es decir se tomará el cálculo del valor presente neto (VPN) del proyecto de inversión e iterará 500 mil veces hasta obtener un valor medio sobre el VPN del proyecto y así garantizar la rentabilidad económica sin un riesgo alto de invertir, así como una desviación del valor medio.

4.1 Modelo Matemático del Proyecto de Inversión

El método del valor presente neto se ha empleado desde 1950 hasta la actualidad, para tomar las decisiones de inversión y elegir a los proyectos más rentables, este método considera el valor del dinero en el tiempo; es decir considera intereses los cuales pueden cambiar con el tiempo y afectan el valor del dinero. En este caso la tasa de interés [i] es trimestral a lo largo de diez años, lo cual es el ciclo de vida del proyecto, con estas variables ya definidas se tiene que calcular la entrada de efectivo que tendrá el proyecto a lo largo de su vida, en este caso los ingresos por la venta de mango deshidratado, después se tienen que calcular todas las salidas de efectivo del proyecto, materia prima, salarios, por ejemplo. Al restar esta salida de efectivo a la entrada de efectivo se obtiene los flujos de efectivos netos [FEN]. Para obtener el valor presente neto se debe considerar la tasa de interés y sumar los flujos de efectivos netos el número de años [n] que dure el proyecto, como se muestra en la ecuación 1.

$$VPN = \frac{FEN_0}{(1+i)^0} + \frac{FEN_1}{(1+i)^1} + \frac{FEN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEN_N}{(1+i)^N}$$
$$VPN = \sum_{n=0}^N \frac{FEN_n}{(1+i)^n}$$

Ecuación 3 Valor Presente Neto

El proyecto de inversión que se emplean para realizar la simulación del modelo matemático del VPN es el presentado en el capítulo 3 (tabla 31), la inversión inicial de este caso rentable se constituyen por los elementos mostrado en la ilustración 46.

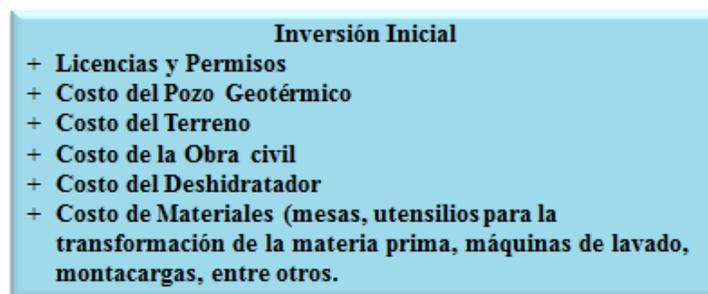


Ilustración 46 Inversión inicial en el año cero del proyecto base

Una vez considerada esta salida de efectivo, se tiene que realizar el modelo matemático presentado en la Ilustración 47 para obtener el flujo de efectivo neto en un periodo determinado, en este caso trimestral. Este modelo puede considerar más impuestos de los presentados, además de ser un modelo muy general para conocer la obtención de las ganancias en una empresa en un cierto periodo.

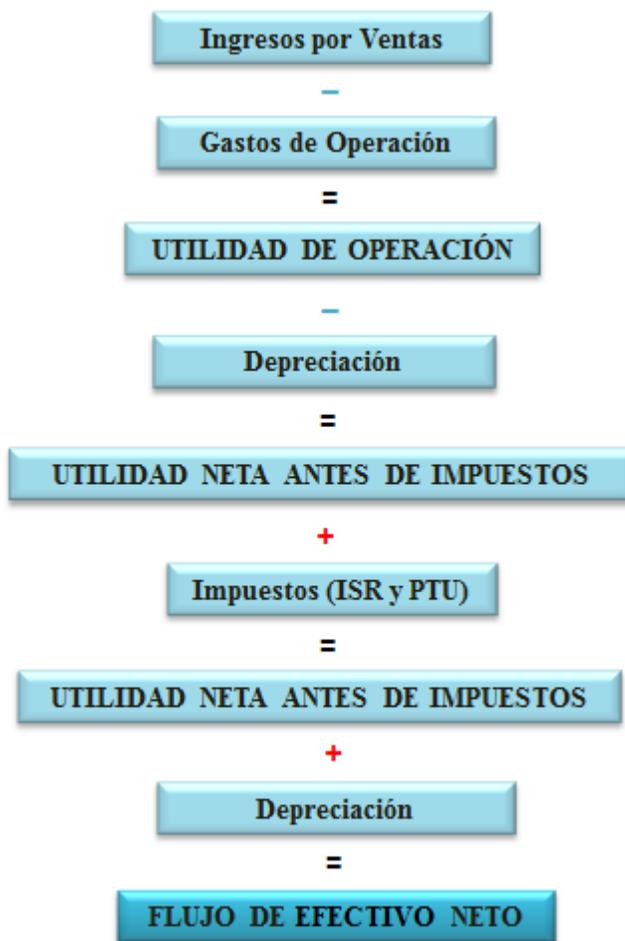


Ilustración 47 Modelo matemático para obtener el Flujo de Efectivo Neto

En el caso del proyecto base o caso base, los ingresos por ventas se obtiene a partir de la multiplicación entre el pronóstico de precio de venta por una fracción o porcentaje que representa el volumen de exportaciones, para el caso rentable se emplea 4% del total de exportaciones a futuro. Una vez considerada esta fracción (que está en función de la producción del deshidratador) del volumen pronosticado de exportación a diez años, así como el pronóstico del precio de exportación del kilogramo de mango deshidratado, con esto se tiene las entradas de flujos de efectivo equivalente a los ingresos por ventas. A ese valor se le deben restar, como se muestra en la Ilustración anterior, los gastos de operación, los cuales son todos los insumos necesarios para realizar el proceso productivo del proyecto.

En el caso base los gastos de operación se componen de los rubros presentados en la Ilustración 48.

| Gastos de Operación | |
|---------------------|---|
| + | Materia Prima |
| + | Salarios |
| + | Consumibles (Detergentes, cofias, guantes y cubre bocas) |
| + | Gasto del Consumo eléctrico |
| + | Gasto del Consumo de agua |
| + | Gasto del transporte de la materia prima |
| + | Gastos de Capacitación |
| + | Mantenimiento del Deshidratador |
| + | Reinversiones a 5 años sobre los equipos o materiales a reemplazar en ese periodo |

Ilustración 48 Gastos de Operación de proyecto base

Se considera también la depreciación de la obra civil así como del deshidratador, en cuanto a impuestos se aplica el impuesto sobre la renta del 30% de acuerdo con la Ley del ISR, y el pago de utilidades a los trabajadores del 10%. Al desarrollar el modelo y obtener los flujos de efectivo en un periodo determinado, se puede realizar la ecuación 1, antes presentada, para obtener el valor presente neto del periodo y al realizar la sumatoria de los flujos de efectivo considerando la tasa de interés se obtiene el VPN del proyecto, resultando un valor de \$80, 830,454.21 para el caso base en un periodo de 10 años trabajando solo los trimestres 2 y 3 del año.

4.2 Pronostico de la Demanda y Precio de Venta empleando Holt Winters Multiplicativo

Para obtener los ingresos de venta del proyecto, se emplearon las series trimestrales del precio y volumen de exportación de mango deshidratado hacia los E.U.A., dichas series de tiempo presentadas en el Estudio de Mercado muestran una tendencia lineal de crecimiento así como un factor estacional predominante al tratarse del volumen de una fruta con temporalidad. Por estos motivos se emplea el método de Holt Winter-Multiplicativo, además de que este método es adecuado para calcular el comportamiento de la media, la tendencia o el crecimiento y el factor estacional que puedan arrojar los datos.

Las ecuaciones que rigen este método emplean unas constantes de suavizado, las cuales se encargan de ponderar el cambio con respecto al valor anterior. La constante alfa [α] se emplea en la ecuación del cálculo del nivel o media, la constante beta se emplea en el cálculo de la tendencia o tasa de crecimiento y por ultimo gama se utiliza para obtener el factor estacional, estas constantes toman valores entre cero y uno, entre más cercanas a uno significa que hay cambios significativos (Bruce L. Bowerman R. T., 2007):

$$l_T [\text{Media}] = \alpha(y_T/sn_{T-L}) + (1 - \alpha)(l_{T-1} + b_{T-1})$$

$$b_T [\text{Tasa de crecimiento}] = \beta(l_T - l_{T-1}) + (1 - \gamma)b_{T-1}$$

$$sn_T [\text{Factor estacional}] = \delta(y_T/l_T) + (1 - \delta)sn_{T-L}$$

Ecuación 4 Método multiplicativo Holt Winters Multiplicativo

Para comenzar a calcular los pronósticos se emplea la última media y tasa de crecimiento calculada, así como los factores estacionales correspondientes a cada periodo, como se muestra en la Ecuación 3. (Bruce L. Bowerman R. T., 2007):

$$\widehat{y}_{T+\tau}(T)[\text{Prónóstico en el periodo } T] = (l_T + \tau b_T) s n_{T+\tau-L}$$

Ecuación 5 Pronóstico Holt Winters Multiplicativo

Este cálculo puede ser realizado mediante Excel u otras planillas, en este caso se emplea el software R Project para obtener los pronósticos del precio y el volumen de exportación mostrados en el Estudio de Mercado. Las constantes de suavizado son calculadas y optimizadas por el software, en el caso del precio de exportación se muestra una alfa de 0.5 considerando cambios en la media de los valores, la constante estacional es de 0.3 lo cual confirma la estacionalidad que presenta al ser más barato comprar la materia prima en temporada que en una época de escases. En cuanto a la tendencia, a pesar de haber cambios en la media, esta no presenta cambios significativos al no elevarse ni disminuir el precio tan alejado de la media. Estas constantes se comparan también con el método Solver con el que cuenta Excel, obsérvese ilustración 63.

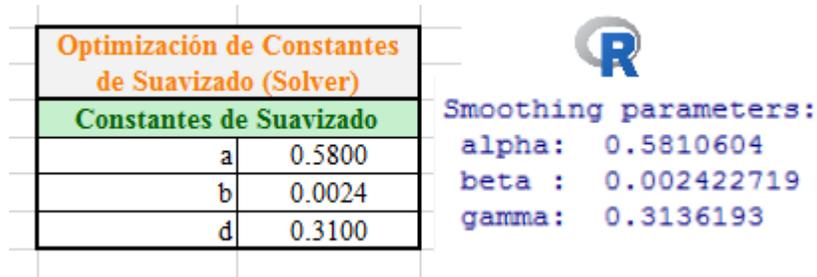


Ilustración 49 Constantes de Suavizado para el Precio de Exportación

En el caso del volumen de exportación las constantes de suavizado más elevadas son la de la tendencia y el factor estacional, lo cual es lógico ya que el aumento de la demanda por parte de E.U.A de mango deshidratado ha aumentado, de igual modo este consumo se ve afectado por los trimestres en los cuales el mango no es cosechado al ser menor, siendo mayor el volumen de exportación por parte de México en la temporadas de cosecha de mango.

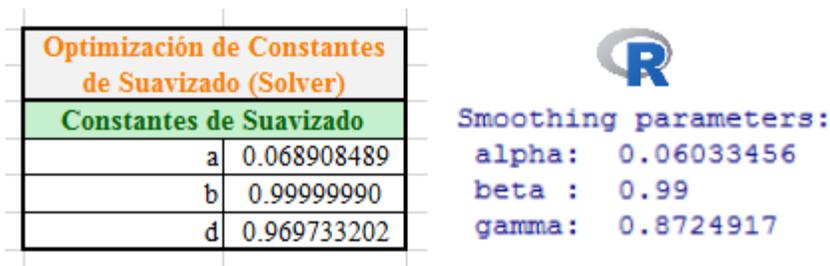


Ilustración 50 Constantes de Suavizado para el Volumen de Exportación

La ventaja de emplear el método Holt Winters Multiplicativo, es que te permite calcular intervalos alrededor del pronóstico, es decir, emplea el pronóstico calculado como media para de ahí calcular un error estándar

relativo o desviación estándar, para su cálculo se debe desarrollar un polinomio con las constantes de suavizado el número de veces que se requiera el pronóstico (40 periodos por ser trimestre), para fines prácticos R Project obtiene estos intervalos, los cuales serán empleados en la simulación Monte Carlo, pues se utilizará un valor medio del volumen para multiplicarse por un valor medio del precio, variando dentro de su intervalo para generar los números de simulaciones necesarios y generar los 500 mil escenarios de ingresos de ventas.

4.3 Simulación Monte Carlo

La simulación Monte Carlo requiere de un modelo matemático de una actividad o proceso, en este caso es el modelo el cálculo del VPN, para ello y como ya se explicó, los flujos de efectivo son variables necesarias para realizar el proyecto de deshidratado con energía geotérmica. La simulación también requiere la generación de números aleatorios, en este caso algunos son fijos y sólo tres variables se rigen por la distribución normal. El costo del pozo geotérmico y el deshidratador son variables que se comportan de manera aleatoria. La media y desviación del pozo geotérmico se obtuvieron a partir de la experiencia del jefe de proyecto del deshidratado, en cuanto a la media y desviación del deshidratador se recopiló tanto información primaria como secundaria acerca del costo de los deshidratadores en el mercado, obteniéndose el valor presentado en el caso base. En la ilustración 51 se presentan las variables de entrada que serán modificadas durante la simulación Monte Carlo, pues tanto los ingresos, el costo del deshidratador y del pozo tienen una función de probabilidad normal que al simularse presentará 500,000 escenarios que podrán ser graficados en un histograma para así observar su comportamiento.

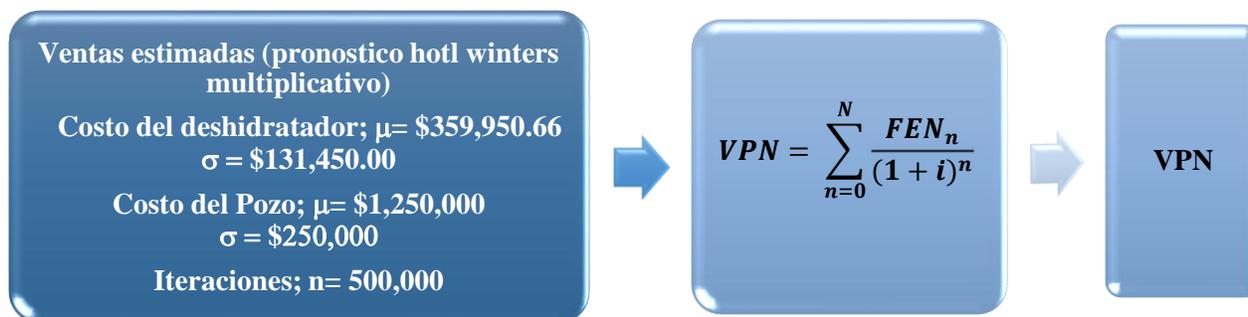


Ilustración 51 Diagrama de caja negra de la simulación Monte Carlo del proyecto de inversión

Mediante la herramienta de R Project se obtienen los pronósticos del volumen de exportación y precio de venta, esto se considera como el valor medio y de igual modo esta herramienta calcula los rangos (desviación estándar) de los pronósticos para así generar 500,000 escenarios de inversiones iniciales.

En la Ilustración 52 se presenta el código para realizar la inversión inicial al proyecto, se declaran las variables del pozo y el deshidratador con una distribución normal las cuales forman parte de la inversión inicial, de

esta manera se obtienen n número de escenarios de la inversión inicial los cuales se combinará con los escenarios de los ingreso y las demás variables para obtener el VPN.

```

P<- .04 #Porcentaje del volumen de exportaciones
n<-500000 #Número de simulaciones
pozo<-rnorm(n,1250000,250000) #Distribución normal del pozo geotérmico
des<-rnorm(n,359950.66,131450) #Distribución normal del Deshidratador

I0<-378333.29+pozo+100000+4346831.83+des+1478522.6+100000 #Inversión Inicial

hist(I0,col = "orange",main="Inversión Inicial MXN")
min(I0)
max(I0)

```

Ilustración 52 Código de la Inversión Inicial

Al obtenerse la inversión esta muestra un valor medio aproximado de \$8 millones, siendo cercano al valor del caso base (\$7, 806,718.37), al simular se tiene que estas inversiones podrían elevarse hasta \$9 millones, obsérvese la ilustración 53.

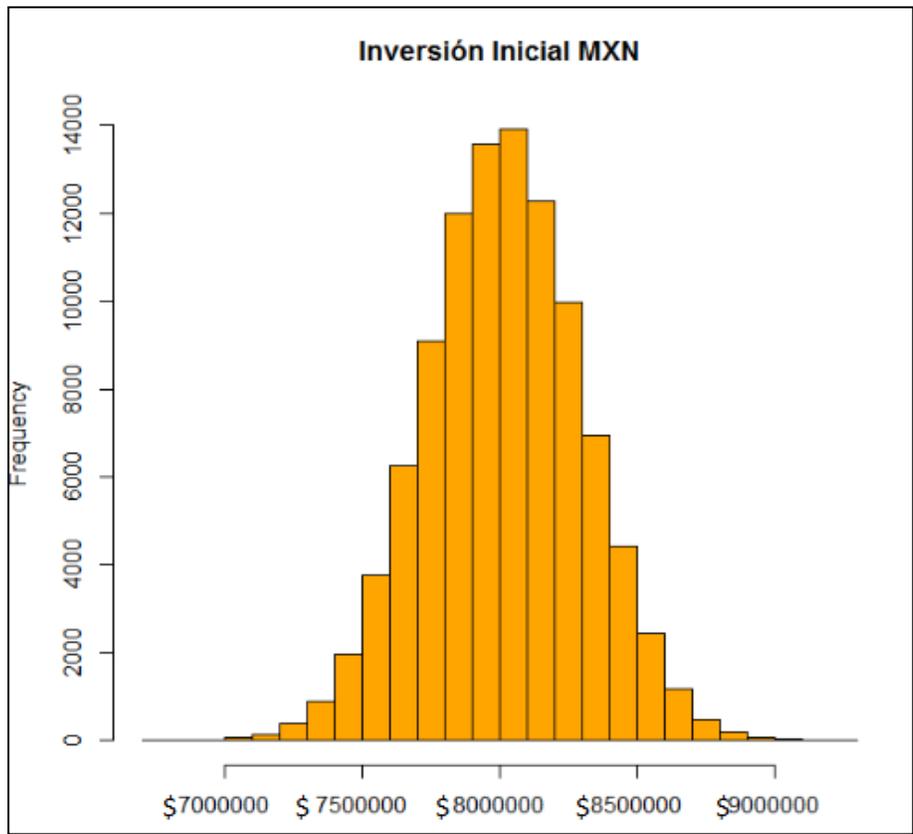


Ilustración 53 Inversión Inicial del Proyecto base

Una vez declarados los valores o escenarios de la inversión inicial y los ingresos de venta, se declararan como valores constantes los costos de operación. Con ello se debe realizar el procedimiento de la lustración 47, para después ejecutar la ecuación del VPN. En la Ilustración 54 y 55 se observa el código para ejecutar el modelo matemático.

```
CO<-rep(11065280.26/2, times=40) #Costos de operación
VPN<-c(1:n)
for(i in 1:n){
MI[i,] #Media de Ingresos
GO<-MI[i,]-CO #Ganancias de operación
Ddes24<-des[i]*3.75/100 #Depreciación del deshidratador en 6 años
Ddes28<-des[i]*2.5/100 #Depreciación del deshidratador en el año 7 años
DdesT<-rep(0, times=40)
DdesT[1:24]<-Ddes24
DdesT[25:28]<-Ddes28
dep.o<-rep(217341.59, times=40) #Depreciación de la Obra civil
DT<-DdesT+dep.o #Depreciación Total
UAI<-GO-DT #Utilidades antes de impuestos
PTU<-.1*UAI #Pago de utilidades a los trabajadores
PTU[PTU<0]<-0
ISR<-.3*UAI #Impuesto sobre la renta
ISR[ISR<0]<-0
UDI<-UAI-PTU-ISR #Utilidades después de impuestos
FE<-UDI+DT
Man<-c(350, 1100, 350, 1100, 0, 1100, 350, 0, 350, 1100) #Mantenimiento
Mant<-rep(Man/4, each=4)
RI<-rep(0, times=40) #Reinversiones
RI[20]<-68757
RI[32]<-511542

FEF<-FE-Mant-RI #Flujo de Efectivo Neto
#length(FEF)
FEN<-rep(0, times=41)
FEN[2:41]<-FEF
FEN[1]<--IO[i] #Inversión Inicial en el año cero
tasa<-.02678 #Tasa de interés
t<-c(0:40)

VPN[i]<-sum(FEN/(1+tasa)^t) #Ecuación del Valor Presente Neto
}
```

Ilustración 54 Código de la Simulación Monte Carlo - 1

```
length(VPN[VPN<0])/n*100 #Probabilidad de Riesgo

hist(VPN,col = "yellow",main="Simulación Monte Carlo del VPN [MXN]")
min(VPN)
max(VPN)
mean(VPN) #Media del Valor Presente Neto
sd(VPN) #Desviación estándar del Valor Presente Neto
```

Ilustración 55 Código de la Simulación Monte Carlo - 2

El resultado final muestra una probabilidad de riesgo nula de inversión, es decir, al general los 500 mil escenarios se buscó la probabilidad de que el VPN fuera negativo, resultado cero (Obsérvese la ilustración 56).

```
> length(VPN[VPN<0])/n*100
[1] 0
>
```

Ilustración 56 Probabilidad de riesgo del proyecto de inversión

El valor medio del VPN es de \$81, 931,759 obteniéndose una desviación estándar de más de \$8 millones con respecto de este valor (obsérvese la ilustración 57). Esta simulación muestra la rentabilidad de invertir en un proyecto de deshidratación geotérmica bajo las condiciones establecidas, considerando tanto los escenarios favorables como los desfavorables, teniéndose aun así ganancias significativas.

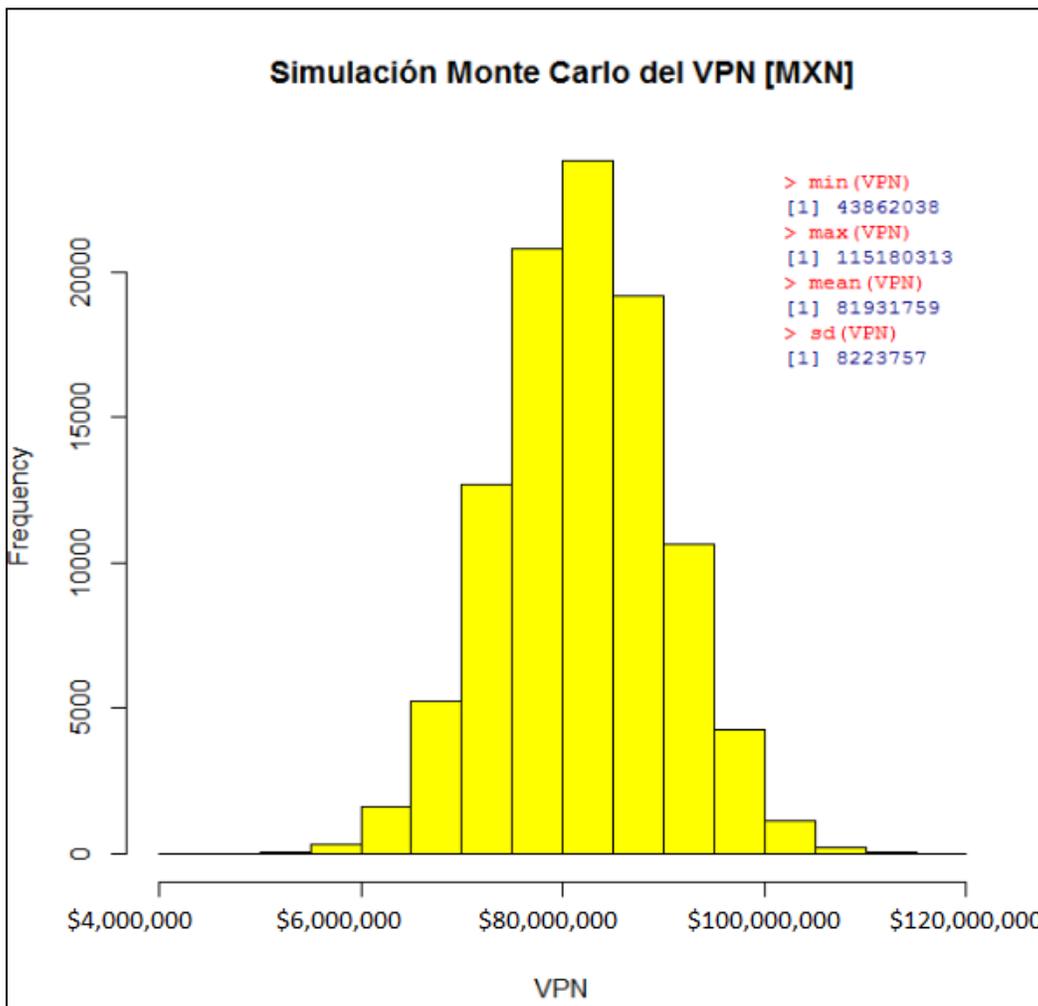


Ilustración 57 Histograma de la simulación Monte Carlo del proyecto de inversión

4.4 Análisis de resultados

Recapitulando un poco, el proyecto de inversión presentado en esta tesis emplea el deshidratador geotérmico de baja entalpía para generar mango deshidratado para exportarlo a los E.U.A., el principal reto que se enfrenta en esta propuesta es la baja producción de deshidratado que ofrece el equipo de grupo IIDEA, pues el costo del equipo más la fuerte inversión del pozo requieren una producción de más de 21 kilogramos de mango deshidratado para no perder ni ganar utilidades, es por esto que se emplea la capacidad de producción de la competencia (la máxima) para comparar si podría costear el pozo geotérmico e incluso modificaciones al diseño del deshidratador. Al emplear el costo y producción del deshidratador de la competencia se obtiene el valor presente neto mostrado en la tabla 34, resultando un negocio mucho más redituable

Tabla 34 Resumen de los proyectos de inversión presentado

| | Caso Base | | Caso Rentable |
|-------------------------|------------------|-----------|------------------|
| Inversión Inicial | \$ 2,133,447.61 | | \$ 7,806,718.37 |
| Costos operativos | \$ 68,555.60 | | \$ 11,065,280.26 |
| Costo del deshidratador | \$ 204,978.98 | | \$ 359,950.66 |
| Capacidad de producción | 0.004% | 0.0061% | 4% |
| | 0.5 kg/día | 21 kg/día | 1754 kg/día |
| VPN | -\$ 2,706,232.01 | \$ - | \$ 80,830,454.21 |

Al ingresar el modelo matemático del proyecto de inversión a la herramienta R Project, para realizar la simulación, se incluyeron los valores medios, máximos y mínimos de los rubros presentados en la tabla 35 para obtener un rango de valores sobre el comportamiento del VPN y poder asegurar la rentabilidad económica de invertir en la deshidratación de mango hacia los E.U.A., además de conocer la probabilidad de riesgo sobre si existirá algún valor negativo, obteniéndose un riesgo nulo.

Tabla 35 Análisis de resultados de la simulación Monte Carlo

| Variables de entrada con función de probabilidad normal | | | |
|---|------------------|------------------|-------------------|
| Rubro | Valor Mínimo | Valor Medio | Valor Máximo |
| Inversión Inicial | \$ 7,000,000.00 | \$ 8,000,000.00 | \$ 9,000,000.00 |
| Costo del deshidratador | \$ 228,500.66 | \$ 359,950.66 | \$ 491,400.66 |
| Costo del pozo | \$ 1,000,000.00 | \$ 1,250,000.00 | \$ 1,500,000.00 |
| Respuesta del modelo matemático | | | |
| VPN | \$ 43,862,038.00 | \$ 81,931,759.00 | \$ 115,180,313.00 |
| Probabilidad de riesgo = 0 | | | |

Mediante la simulación Monte Carlo se tiene el apoyo crucial para la toma de decisiones en proyectos de inversión de cualquier tipo, pues se pueden generar números aleatorios o variables probabilísticas de ciertos valores o costos e iterar el número de veces necesarias con el fin de analizar el comportamiento final del modelo matemático y así poder tomar decisiones basadas en dicha simulación.

CONCLUSIONES GENERALES

El deshidratador geotérmico de baja entalpía presentado en esta tesis es fruto del arduo esfuerzo de grupo IIDEA a lo largo de más de diez años de trabajo e investigación para diseñar este y otros equipos todos enfocados a los usos directos de la energía geotérmica. Actualmente el principal reto que enfrenta el deshidratador geotérmico es ser introducido de manera exitosa al mercado, comercializando fruta deshidratada. Esta tecnología puede deshidratar medio kilogramo de producto en un día teóricamente, lo que resulta una producción demasiado baja para los altos costos que implican la instalación de este equipo. Esta problemática surge de en parte de no realizar un estudio de mercado contundente y al mismo tiempo que se genera un diseño de innovación, pues no se conocía la competencia a la que se tendría que enfrentar este deshidratador.

Al buscar incluir el deshidratador geotérmico en un sistema productivo de deshidratado se requiere conocer el volumen de producción que se manejará para así conocer los costos operativos implicados en transformar la materia en fresco al producto desecado, al no contarse con una producción real constante se recurre a fuentes secundarias tener un análisis de la demanda con el cual basar la proyección de ingresos por la venta de mango deshidratado. En este caso se obtienen los datos históricos de las exportaciones de mango deshidratado que México ha realizado a los E.U.A., así como su precio de venta. Al observar la serie de tiempo de las exportaciones se tiene que presentan una estacionalidad marcada por la temporada de cosecha del mango fresco (la materia prima), esto en los trimestres 2 y 3 del año, al presentarse este patrón se utiliza el método de pronostico holt winters multiplicativo para estimar las exportaciones y el precio de venta a diez años, con esta información se busca tener una base sólida de lo que se demanda en el mercado del mango deshidratado.

Para generar ingresos en el proyecto de inversión se tiene que abarcar una parte de estas exportaciones a futuro, con la baja producción del deshidratador geotérmico no resulta rentable invertir en este negocio. Lo que implica que el deshidratador debe pasar por un proceso de re diseño para tener una producción más elevada para generar utilidades, si bien se requieren de materiales específicos y costos para ofrecer un equipo con energía geotérmica, al final el producto que se ofrece es el deshidratado por lo cual también se debe indagar en la calidad del producto y las ventajas de marketing que se pueden obtener de ser un producto generado a partir de energías renovable.

Se demuestra con el caso rentable que si la producción aumentará, en este caso 1745 kilogramos de producto deshidratado, se tiene un negocio altamente rentable. Si bien el costo del deshidratador surge a partir de una estimación de la competencia, se debe dejar en claro que este valor será más elevado para un deshidratador geotérmico de mayor capacidad de producción, esto pro el tipo de tecnología que se deba emplear, aun así al realizarse el análisis de sensibilidad de este caso se muestra como a mayor producción se podrán costear el pozo geotérmico y el deshidratador, resultando clave elevar la producción del deshidratador geotérmico de grupo IIDEA. Otro costo que resulto crítico para el VPN, fue el de la materia prima, teniéndose que trabajar sólo en temporadas de cosecha de mango, este valor no debe subir a más de \$3.5 por kilogramo de mango fresco.

Una vez que se conoce que la exportación de mango a E.U.A. es un negocio redituable, se genera cierta incertidumbre al existir valores teóricos y otros cambiantes a lo largo del tiempo, provocando un riesgo de invertir en este tipo de proyectos.

Mediante la simulación Monte Carlo del VPN se busca obtener la probabilidad de riesgo de invertir, para ello se realizaron 500 mil iteraciones del VPN. Se atribuyeron funciones de probabilidad a los ingresos, costo del pozo y el deshidratador, obteniéndose el valor medio de \$ 81, 931,759.00 y una un riesgo nulo al no existir valores negativos en la simulación. Ahora se cuenta con una herramienta (código de la simulación) capaz de mostrar el comportamiento de las ganancias de un proyecto de inversión, además de poder modificar costos de inversión y operación, pudiendo observar como se ve afectado el VPN. Esto sin duda contribuye a una adecuada toma de decisiones para invertir en un proyecto si no se conoce su rentabilidad, pudiendo generar escenarios o casos para analizar el comportamiento de las ganancias. Sin duda aún queda mucho trabajo a futuro que realizar sobre este proyecto, mostrándose que cuando se combinan distintas disciplinas se puede abarcar más panorama para generar un proyecto productivo y rentable, en este caso la herramienta que se genera para simular el comportamiento financiero del proyecto, con cual se pueden modificar los costos deseados y conocer el rango financiero para seguir generando utilidades, de modo que se garantice el éxito económico y productivo del proyecto.

Anexos

Anexo 1 Segmentación de Mercado para el Deshidratador Geotérmico IIDEA

Informe para el M.I. Héctor Aviña Jiménez

México, DF, Marzo de 2015

Elaborado por:

Caldera Cruz Ricardo

Méndez Calderón Diana

OBJETIVOS

En este informe se pretende evaluar las Zonas Geotérmicas del País donde es posible instalar un Sistema de Deshidratación Geotérmico de Alimentos (DGA IIDEA), con el fin de identificar la óptima ubicación para la venta de este sistema. Así mismo, se aspira encontrar las oportunidades de mercado para la óptima comercialización de productos deshidratados y establecer los requerimientos logísticos, operacionales y estrategias comerciales para asegurar una inmejorable venta.

SEGMENTACIÓN DEL MERCADO.

Para realizar la segmentación de mercado empleamos un método analítico, el cual toma las siguientes variables:

1. Geográficas:
 - a) Zonas de la República con energía geotérmica.
 - b) Temperatura de baja entalpía.
2. Demográficas:
 - a) Población.
 - b) Índice de desarrollo humano (IDH).

Análisis de las variables.

Con ayuda de la herramienta de cálculo Excel y las variables antes enlistadas se obtuvieron las siguientes regiones mostradas en la Tabla 36.

Tabla 36 Zonas de la República Mexicana con el recurso geotérmico óptimo para el DGA

| No | Estado | Municipio | Localidad Geotérmica | Temperatura [°C] | Población en el Estado | Habitantes por Municipio | IDH |
|-----|-----------|----------------------|-----------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|--------|
| 254 | Jalisco | Tequila | Los Borbollones- El Orito 3 | 95 | 7 350 682 | 40 697 | 0.8704 |
| 323 | | Chapala | San Juan Cosala 5 | 89 | | 48 839 | 0.8825 |
| 358 | Michoacán | Paruandiro | Hervideros | 81 | 4 351 037 | 67 837 | 0.8491 |
| 399 | Nayarit | Compostela | Hervidero El Molote | 90 | 1 084 979 | 70 399 | 0.8818 |
| 400 | | Compostela | El Chico Molote | 86 | | | |
| 401 | | Compostela | Los Hervidero El Molote II | 90 | | | |
| 418 | | San Pedro Lagunillas | San Pedro Lagunillas | 85 | | 7510 | 0.8843 |

ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Para cuantificar la demanda no fue posible utilizar fuentes primarias, debido a la falta de encuestas, pero se emplearon fuentes secundarias, que son estadísticas oficiales emitidas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para de analizar factores que están involucrados con la demanda.

Para efectos de análisis de nuestra demanda, determinamos que:

- En relación con la oportunidad no se cuenta con datos estadísticos para hacer el cálculo de una demanda insatisfecha, esto no quiere decir que tal demanda no existe.
- De acuerdo a la necesidad del mercado la demanda es una demanda de bienes social y nacionalmente necesarios, debido a su naturaleza de alimento.
- Según la Temporalidad la demanda es continua, debido a que en cualquier temporada del año se producirá demanda.
- Conforme a su destino la demanda será una demanda de bienes finales por que el producto será adquiridos directamente por el consumidor para consumo.

Análisis de los Mercados

Para los fines de esta tesis se muestra solamente el trabajo realizado sólo para el estado de Nayarit, mencionando que el formato del análisis presentado se elaboró de la misma manera para los demás estados.

Municipio Compostela, Nayarit

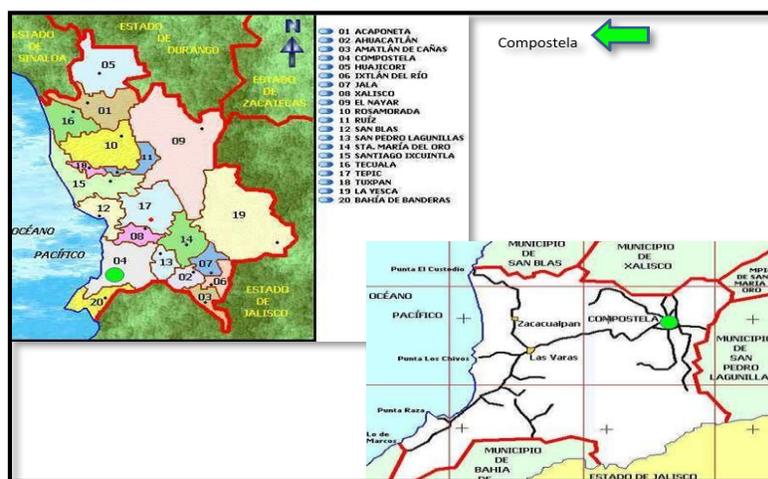


Ilustración 58 Ubicación geográfica de Compostela, Nayarit

Ubicación Geográfica:

Entre los paralelos 20°51' y 21°23' de latitud norte; los meridianos 104°47' y 105°23' de longitud oeste; altitud entre 0 y 1700 m. Colinda al norte con el Océano Pacífico y los municipios de San Blas y Xalisco; al este con los municipios de Xalisco, Santa María del Oro, San Pedro Lagunillas y el estado de Jalisco; al sur

con el estado de Jalisco y el municipio de Bahía de Banderas; al oeste con el municipio de Bahía de Banderas y el Océano Pacífico. Ocupa el 6.82% de la superficie del estatal.

Población del Municipio.

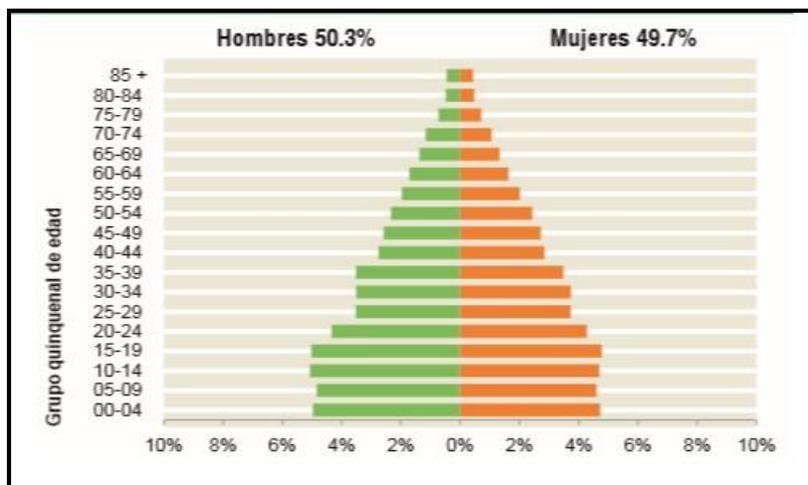


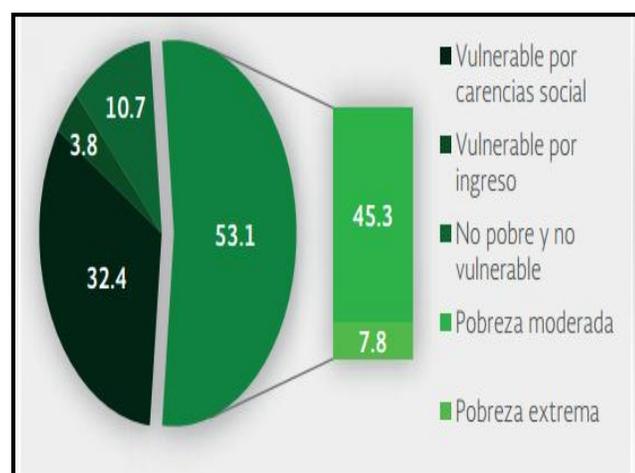
Ilustración 59 Población en Compostela, Nayarit. (INEGI, Panorama sociodemográfico de Nayarit)

Indicadores sociodemográficos

Tabla 37 Indicadores sociodemográficos (SEDESOL, Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Social)

| INDICADOR | COMPOSTELA (MUNICIPIO) | NAYARIT (ESTADO) |
|--|------------------------|------------------|
| Población total, 2010 | 70,399 | 1,084,979 |
| Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010 | 19,454 | 288,680 |
| Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010 | 3.6 | 3.7 |
| Hogares con jefatura femenina, 2010 | 4,441 | 70,687 |
| Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010 | 7.5 | 8.6 |
| Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010 | 217 | 2,957 |
| Personal médico (personas), 2010 | 114 | 2,392 |
| Unidades médicas, 2010 | 26 | 481 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010 | 2.2 | 2.3 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010 | 3.6 | 3.9 |

Fuentes: Elaboración propia con información del INEGI y CONEVAL.



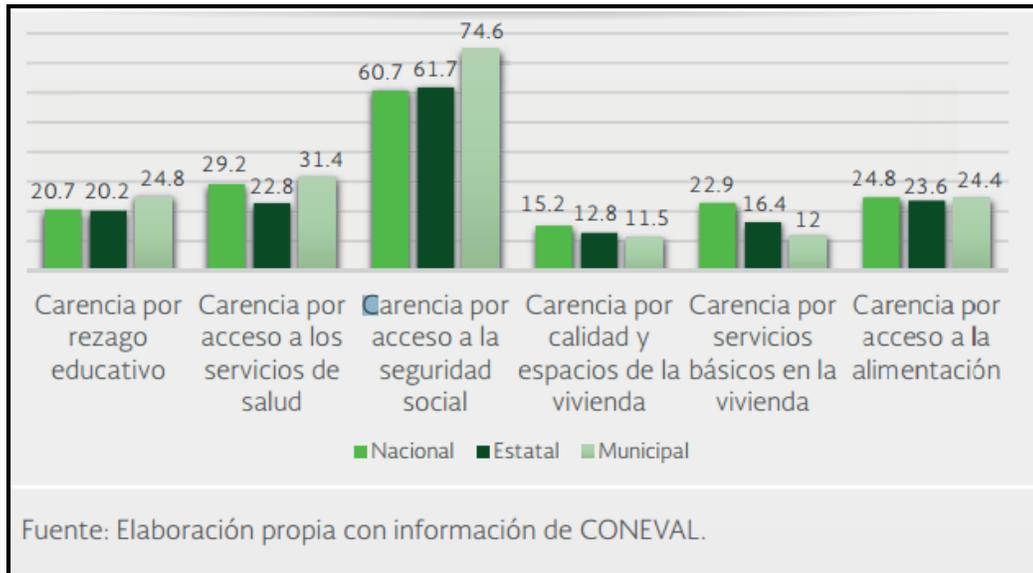


Ilustración 60 Indicadores de carencia social (porcentajes) 2010 (SEDESOL, Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Social)

Actividad Agrícola en Compostela

En la Tabla 38. Se muestra el volumen y valor de la producción agrícola por tipo de cultivo, principales cultivos según disponibilidad de agua.

Tabla 38 Año agrícola en Compostela 2013 (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Nayarit)

| CULTIVO | Volumen [Toneladas] | | | Valor [Miles de pesos] | | |
|----------|---------------------|--------|----------|------------------------|--------|----------|
| | Total | Riego | Temporal | Total | Riego | Temporal |
| Jitomate | 12 850 | 12 850 | 0 | 63 674 | 63 674 | 0 |
| Mango | 45 760 | 0 | 45 760 | 117 103 | 0 | 117 103 |

Actividad agrícola de los municipios colindantes a Compostela

Tabla 39 Actividad agrícola en municipios colindantes (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Nayarit)

| MUNICIPIO | CULTIVO | Volumen [Toneladas] | | | Valor [Miles de pesos] | | |
|-----------|--------------|---------------------|-------|----------|------------------------|--------|----------|
| | | Total | Riego | Temporal | Total | Riego | Temporal |
| San Blas | Tomate Verde | 6,048 | 6,048 | 0 | \$34,606.05 | 34,606 | 0 |

| | | | | | | | |
|-------------------|----------|--------|-------|-------|--------------|--------|----------|
| | Mango | 83,584 | 3,519 | 80065 | \$253,965.69 | 13,788 | 240177 |
| Bahía de Banderas | Jitomate | 9,900 | 9,900 | 0 | \$29,425.67 | 29,426 | 0 |
| Xalisco | Aguacate | 11,739 | 0 | 11739 | \$61,033.06 | 0 | 61033.06 |

Localidades Geotérmicas

| Localidad Geotérmica | Coordenadas | |
|--|---------------------------------|-----------------|
| | Longitud (<i>grado/min/s</i>) | |
| Hervidero El Molote  | 105.02 00 | 21.14 00 |
| El Chico Molote  | 105.01 00 | 21.13 00 |
| Los Hervidero El Molote II  | 105.00 00 | 21.13 00 |

Tabla 40 Localidades Geotérmicas ubicadas en Compostela

 Localidad el Molote

 Municipio de Compostela

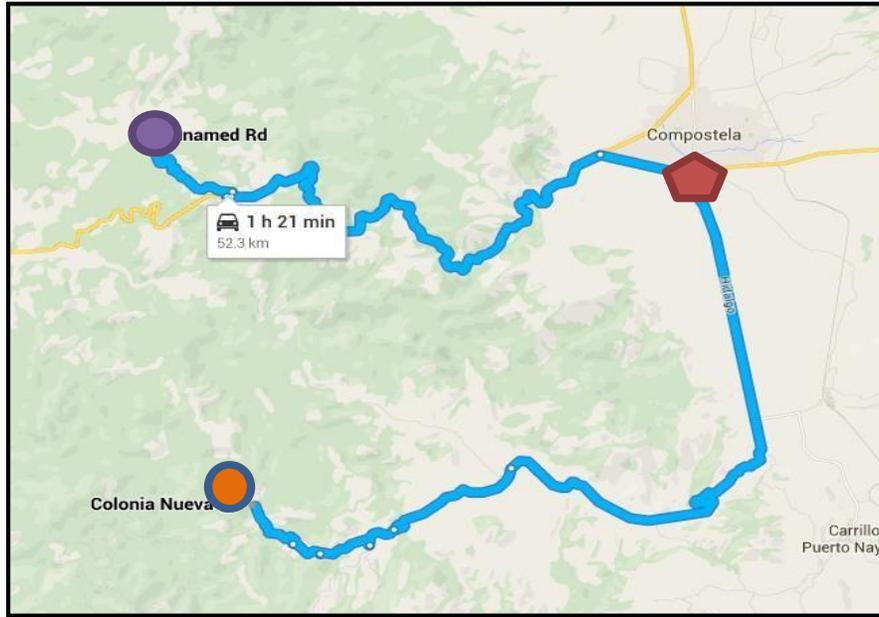


Ilustración 61 Ubicación del Hervidero El Molote

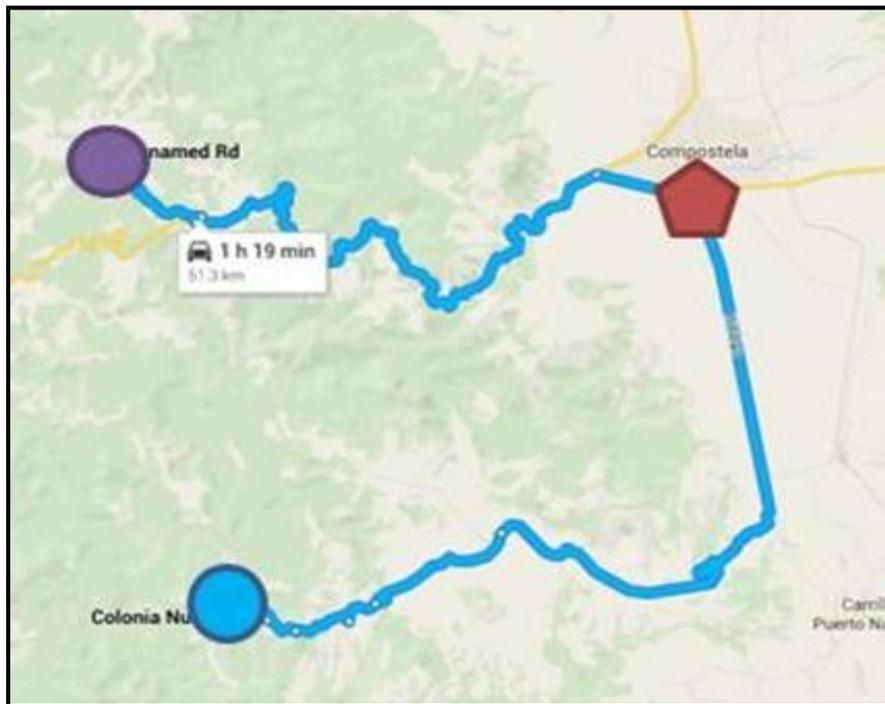


Ilustración 62 Ubicación el Chico Molote

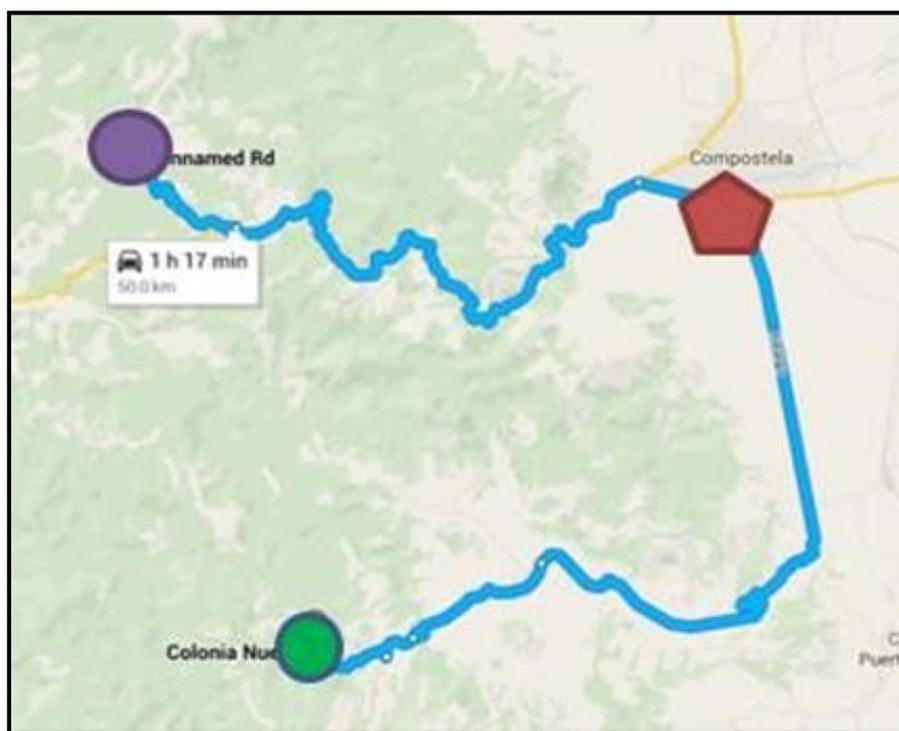


Ilustración 63 Ubicación El hervidero el molote II

Con base a la ubicación mostrada y teniendo como referencia la descripción geotérmica; pues en la zona se identificaron tres grupos de manantiales termales: El Molote, en la parte central, La Ínsula-Los Hervores, ubicada a unos 7 km al oeste del rancho El Molote, y Agua Caliente Jaturca localizada al sur y sureste del poblado de Las Varas. El grupo de El Molote está constituido por 14 manantiales distribuidos en una superficie de 3 km² con temperaturas superficiales entre 65 y 91°C (Bert). Se enfoca el análisis de mercado a la localidad de El Molote.

Localidad Geotérmica - El Molote

El Molote es una localidad perteneciente al municipio de Compostela, en el estado de Nayarit. Está situada a 120 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son Longitud:21° 14' 16" , Latitud:-105° 02' 25"

El Molote tiene 19 habitantes. 10 (52.63%) son hombres y 9 (47.37%) son mujeres, la población mayor de 18 años es de 12, para alojar a sus habitantes El Molote cuenta con 5 viviendas, el 0% de las cuales están rentadas por sus moradores.

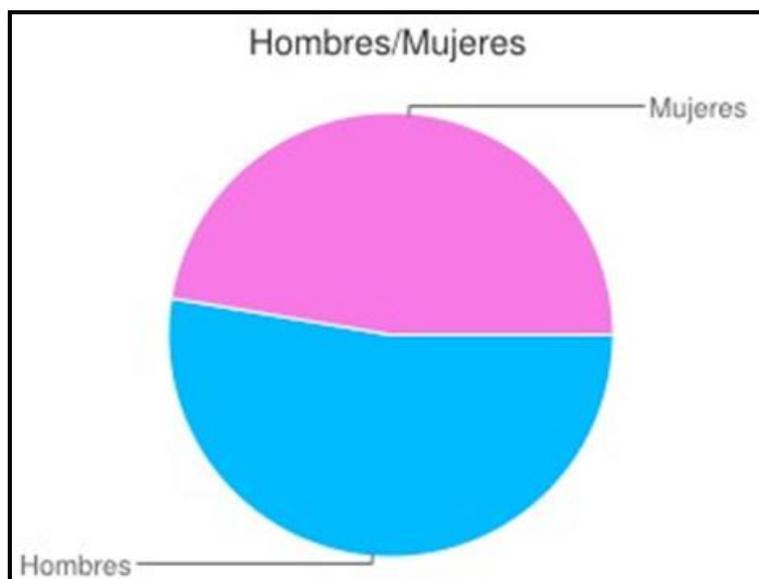


Ilustración 64 Población del Molote Relación Hombre-Mujer (Foro-Mexico.com, s.f.)

El 84.21% de los habitantes mayores de 5 años son católicos, estando casada o unida en pareja el 69.23% de la población mayor de 12 años.

El grado medio de escolaridad en El Molote es de 3.62, la media en el municipio es de 6.26, en el estado de 7.26, mientras el número sea más alto indica una población con mayor formación académica. Para obtener este número se suman los años aprobados desde primero de primaria hasta el último año que cursó cada habitante; posteriormente, se divide entre el número de habitantes de la localidad.

La población económicamente activa en la localidad de El Molote es de 7 (36.84% de la población total) personas, las que están ocupadas se reparten por sectores de la siguiente forma:

- Sector Primario: 5 (71.43%) (Municipio: 34.46%, Estado: 28.33%) Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería, Pesca ...

- Sector Secundario: 1 (14.29%) (Municipio: 17.94%, Estado: 17.94%) Construcción, Electricidad, gas y agua, Industria Manufacturera ...
- Sector Terciario: 1 (14.29%) (Municipio: 47.61%, Estado: 53.74%) Comercio, Servicios, Transportes

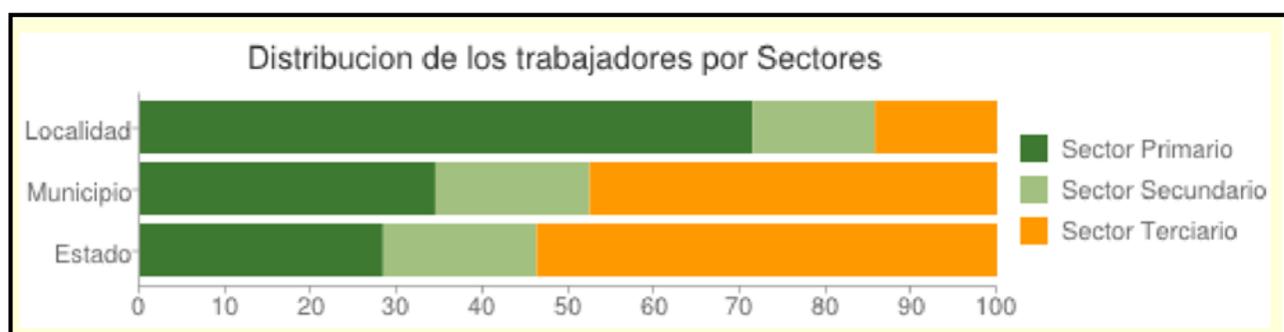


Ilustración 65 Distribución de trabajadores en Nayarit-Localidad El Molote (Foro-Mexico.com, s.f.)

Nivel de ingresos de la localidad de El Molote (número de personas y % sobre el total de trabajadores en cada tramo):

- 0 Salarios mínimos (sin ingresos): 2 (28.57%)
- de 1 Salario mínimo: 1 (14.29%)
- 1-2 Salarios mínimos: 2 (28.57%)
- 2-5 Salarios mínimos: 2 (28.57%)
- 5-10 Salarios mínimos: 0 (0.00%)
- 10+ Salarios mínimos: 0 (0.00%)

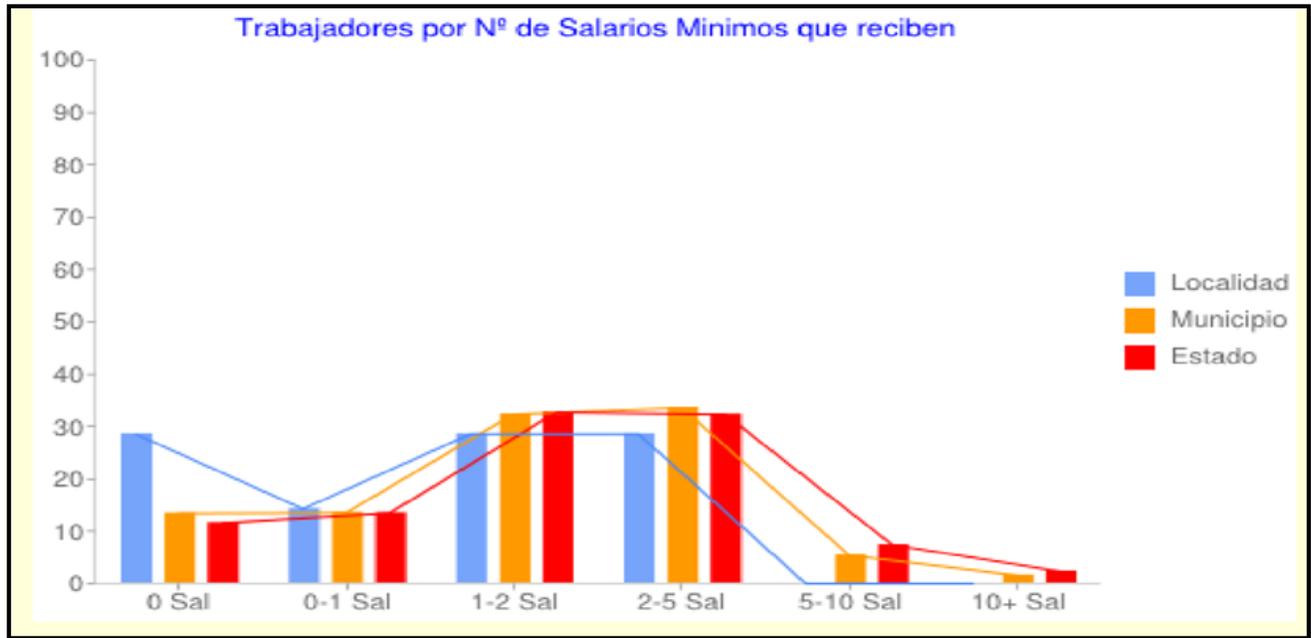


Ilustración 66 Distribución de trabajadores por salario mínimo (Foro-Mexico.com, s.f.)

Conclusiones generales El Molote

Debido a que se pretende comercializar un producto noble se tiene la facilidad de distribución y transporte a las localidades circundantes, en este caso la localidad más cercana es el Municipio de Compostela. Basándonos en la información recabada se observa que la instalación del sistema tiene que ser en la Localidad del Molote, pero la comercialización se debe llevar a cabo en Compostela debido a que en El Molote no hay puntos de comercialización. En cuanto a la adquisición de materias primas no hay grandes inconvenientes ya esta se puede obtener del mismo municipio, fruterías o bien de los municipios circundantes. Se recomienda una negociación directa con el gobierno de Compostela buscando la venta del Sistema. De esta manera se facilita la obtención de recursos y un apoyo del gobierno para el sistema.

Municipio San Pedro Lagunillas, Nayarit.

Ubicación Geográfica:



Nayarit



San Pedro Lagunillas

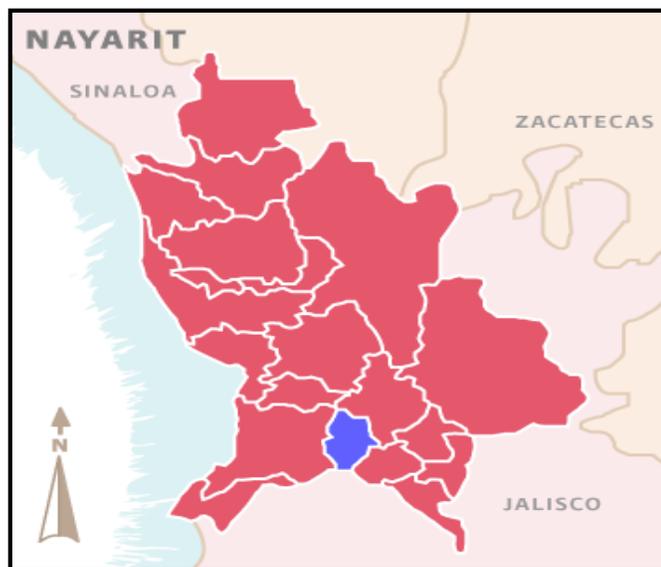


Ilustración 67 Ubicación San Pedro Lagunillas, Nayarit

Se ubica en la zona sur del estado de Nayarit y limita al norte y oriente con el municipio de Santa María del Oro, al sur con el municipio de Ahuacatlán y el estado de Jalisco, y al poniente con el municipio de Compostela

Su extensión geográfica es de 520 kilómetros cuadrados, lo cual representa el 1.88% de la superficie del estado. (INAFED, 2015)

Población del Municipio.

- Población total: Población total: 7 510 Representa el 0.7% de la población de la entidad.
- Edad mediana: 30 La mitad de la población tiene 30 años o menos.
- Razón de dependencia por edad: 62.3 Por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años) hay 62 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años)
- Densidad de población (hab./km²): 14.6

Total de localidades: 31

Localidades con mayor población: San Pedro Lagunillas con 3,753 habitantes, Amado Nervo (El Conde) con 1,202 habitantes y Cuastecomate con 810 pobladores.

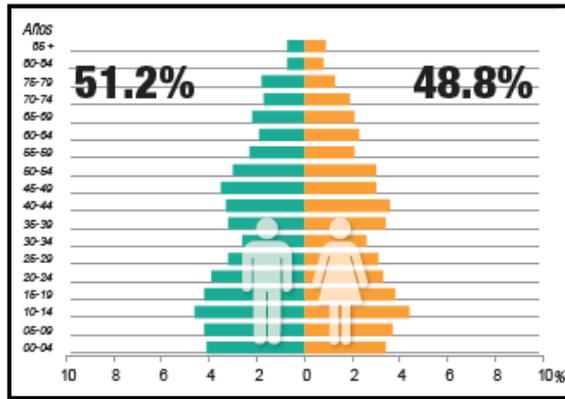


Ilustración 68 Población de San Pedro Lagunillas (INEGI, Panorama sociodemográfico de Nayarit)

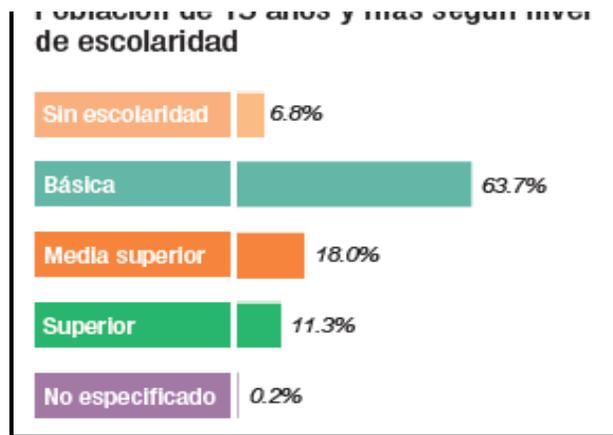


Ilustración 69 Nivel de Escolaridad San Pedro Lagunillas

Indicadores Sociodemográficos

| INDICADOR | SAN PEDRO LAGUNILLAS | NAYARIT (ESTADO) |
|--|----------------------|------------------|
| Población total de particular | | 1,084,979 |
| Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010 | 3.4 | 3.7 |
| Hogares con jefatura femenina, 2010 | 435 | 70,687 |
| Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010 | 7.4 | 8.6 |
| Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010 | 28 | 2,957 |
| Personal médico (personas), 2010 | 9 | 2,392 |
| Unidades médicas, 2010 | 11 | 481 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010 | 1.8 | 2.3 |
| Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010 | 3.5 | 3.9 |

Fuentes: Elaboración propia con información del INEGI y CONEVAL.

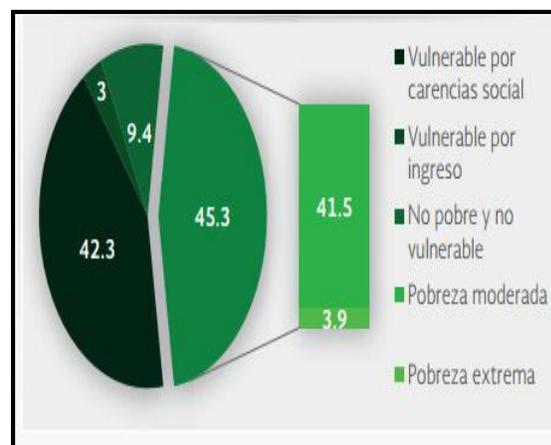


Tabla 41 Indicadores sociodemográficos (SEDESOL, Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social)

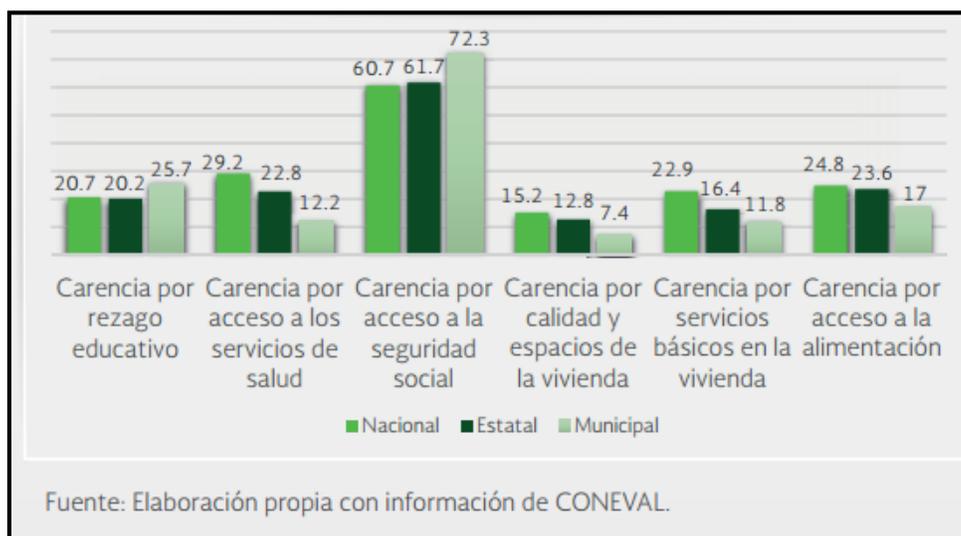


Ilustración 71 Indicadores de carencia social (porcentajes) 2010 (SEDESOL, Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social)

Actividad Agrícola en San Pedro Lagunillas

En la Tabla 42, se muestra la superficie cosechada en hectáreas de productos deshidratables por el sistema cultivados en San Pedro Lagunillas.

Tabla 42 Año agrícola San Pedro Lagunillas 2010 (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Nayarit)

| <i>Cultivo</i> | San Pedro Lagunillas [Hectáreas] | Nayarit [Hectáreas] |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------|
| <i>Chile Verde</i> | 28 | 2194 |

Actividad Agrícola colindante a San Pedro Lagunillas

En la localidad no se encontró gran producción de productos agrícolas deshidratables, por lo que se buscó los municipios colindantes, encontrándose como productor el municipio de Compostela. En la Tabla 43 se muestra el volumen y valor de la producción agrícola por tipo de cultivo, principales cultivos y municipios según disponibilidad de agua.

Tabla 43 Año agrícola Compostela 2013 (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Nayarit)

| <i>Municipio</i> | Cultivo | Volumen [Toneladas] | | | Valor [Miles de Pesos] | | |
|--------------------------|----------------|----------------------------|--------|----------|-------------------------------|--------|----------|
| | | Total | Riego | Temporal | Total | Riego | Temporal |
| <i>Compostela</i> | Jitomate | 12,850 | 12,850 | 0 | 63,674 | 63,674 | 0 |
| | Mango | 45,760 | 0 | 4,560 | 117,103 | 0 | 117,103 |

Localidad geotérmica –San Pedro Lagunillas

San Pedro Lagunillas es la cabecera municipal del municipio de San Pedro Lagunillas, en el estado de Nayarit. Está situada a 1.300 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son Longitud: 21° 13' 15'', Latitud:-104° 45' 02'', a orillas de La Laguna de San Pedro Lagunillas.

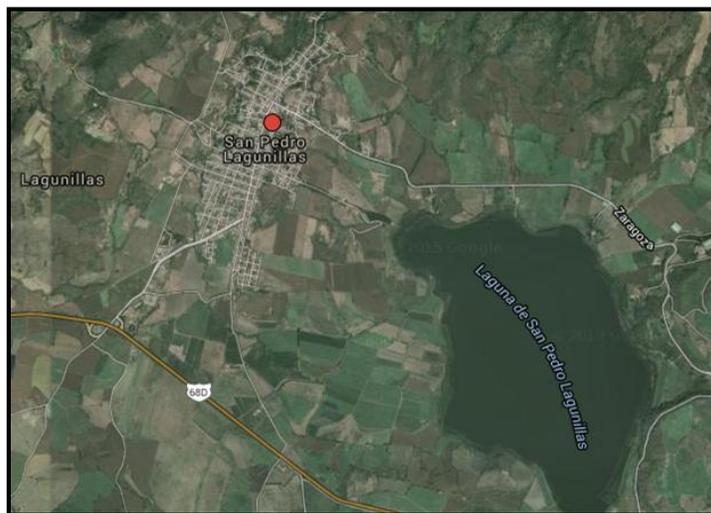


Ilustración 72 Ubicación San Pedro Lagunillas (Google maps, 2016)

Población de la localidad San Pedro Lagunillas

Está situada a 1.300 metros de altitud sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son Longitud: 21° 13' 15'', Latitud:-104° 45' 02''.

San Pedro Lagunillas tiene 3.707 habitantes. 1.875 (50.58%) son hombres y 1.832 (49.42%) son mujeres, la población mayor de 18 años es de 2.279, para alojar a sus habitantes San Pedro Lagunillas cuenta con 922 viviendas, el 9.33% de las cuales están rentadas por sus moradores.



Ilustración 73 Población San Pedro Lagunillas Relación Hombre-Mujer (Foro-Mexico.com, s.f.)

El grado medio de escolaridad en San Pedro Lagunillas es de 6.34, la media en el municipio es de 5.94, en el estado de 7.26

La población económicamente activa en la localidad de San Pedro Lagunillas es de 1.287 (34.72% de la población total) personas, las que están ocupadas se reparten por sectores de la siguiente forma:

- Sector Primario: 586 (46.14%) (Municipio: 54.78%, Estado: 28.33%) Agricultura, Explotación forestal, Ganadería, Minería, Pesca...
- Sector Secundario: 184 (14.49%) (Municipio: 14.02%, Estado: 17.94%) Construcción, Electricidad, gas y agua, Industria Manufacturera...
- Sector Terciario: 500 (39.37%) (Municipio: 31.21%, Estado: 53.74%) Comercio, Servicios, Transportes

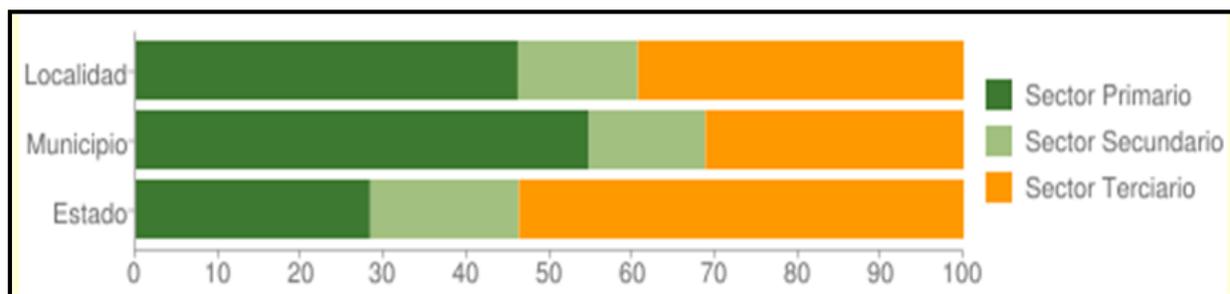


Ilustración 74 Distribución de trabajadores por sector Nayarit- Localidad San Pedro Lagunillas (Foro-Mexico.com, s.f.)

Conclusiones generales San Pedro Lagunillas

En esta localidad se observa un mercado potencial, ya que la zona geotérmica está muy próxima de la cabecera municipal “San Pedro Lagunillas”, donde la densidad de población es alta y las características demográficas son favorables.

En cuanto los métodos de comercialización no se encuentran complicaciones, ya que en el tema de adquisiciones se puede contactar a los productores locales o circundantes, al igual que a las fruterías de la región y en cuanto a las ventas se cuenta con diversos puntos de venta, como minisupers y tiendas de abarrotes.

De acuerdo esta información, determinamos que la implementación del deshidratador, tanto producción y comercialización de productos deshidratados es una buena oportunidad de negocio en San Pedro Lagunillas.

Conclusiones Generales-Anexo 1

De acuerdo con la información secundaria recabada sobre los tres estados con el óptimo recurso geotérmico, las condiciones demográficas y de infraestructura adecuadas. Se puede concluir que el principal estado para realizar la implementación en campo del deshidratador es el estado de Nayarit, al cumplir con las condiciones adecuadas para la implementación de dicha tecnología. Cabe mencionar que el trabajo presentado es producto del servicio social por parte de los autores presentados al inicio del Anexo 1. Se recomendó corroborar la información secundaria con una visita de campo, específicamente a la localidad geotérmica de San Pedro Lagunillas para verificar ahora con información primaria la factibilidad de trasladar el deshidratado geotérmico hasta esa región para probarlo realmente con el recurso geotérmico.

Anexo 2 Reporte de actividades en San Pedro Lagunillas y municipios aledaños correspondiente al Estudio de factibilidad para la adquisición de materias primas para el DGA

Informe para el Dr. Héctor Aviña Jiménez

México, DF, Junio de 2016

Elaborado por:

Ing. César Alberto Gasga Morales

Ing. Eduardo Pérez González

Lic. Jorge Amaya Chávez

Méndez Calderón Diana

Objetivos:

Determinar con qué materia prima cuenta la región para abastecer al deshidratador IIDEA, de esta forma se evaluará el tipo de insumos y la capacidad de producción en el sector agrícola.

Introducción

Durante el sondeo para la identificación de aplicaciones de usos directos de la geotermia de baja entalpía y de materia prima para el deshidratador geotérmico de alimentos en el sur del Estado de Nayarit, específicamente en San Pedro Lagunillas y municipios aledaños, de los días del 16 al 27 de junio de 2016, se realizaron 27 actividades entre las que están: entrevistas, encuestas, reconocimientos visuales y acercamientos académicos.



Ilustración 75 Puntos principales del recorrido a Nayarit

Con base en dichas actividades se determinaron tres aplicaciones principales, las cuales son: *acuicultura*, *invernaderos* y *deshidratación* de fruta, así como dos opciones para realizar en función de las condiciones actuales.

Cabe recalcar que SPL se caracteriza por un clima cálido subhúmedo con grandes contrastes en las condiciones ambientales; en el periodo de octubre a mayo se tiene una dispersión de hasta 25°C en un día, la

cual se aprecia en la Ilustración 76, así como presencia de heladas (20 días al año) siendo más acentuadas en el mes de enero. Esto da apertura al mejoramiento y emprendimiento de las actividades identificadas en el sondeo con el uso de la energía geotérmica de baja entalpía, garantizando el control de operación, producción y calidad de los productos a lo largo de todo el año sin recurrir a ningún gasto energético extra.

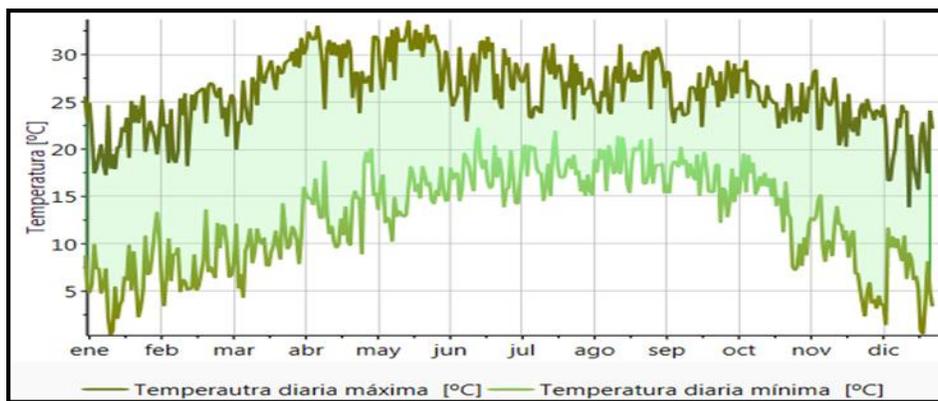


Ilustración 76 Temperatura ambiente de San Pedro Lagunillas, generada por el software Meteonorm 7

A continuación se presenta la información recabada en la visita únicamente del sector agrícola en función de la materia prima disponible para el deshidratador geotérmico.

Estado actual de la agricultura en San Pedro Lagunillas

La organización de los agricultores en SPL gira entorno a la mesa directiva del comisariado ejidal y al consejo de vigilancia, los cuales son puestos sin goce de sueldo en una modalidad de servicio a la comunidad por parte de quienes los integran. El comisariado cuenta con una oficina que está abierta de lunes a viernes en un horario de 9:00 a 14:00 horas y tiene reuniones plenarias el último domingo de cada dos meses (última sesión 26 de junio de 2016), la cual comienza a las 10 horas.

El ejido se integra por aproximadamente 750 productores, sin embargo se aprobó tiempo atrás la cancelación del derecho de voz y voto a 350 de ellos, con esto y la pobre participación de los asociados provoca que en las juntas bimestrales acudan menos de 60 personas, aun cuando se establecen multas para los miembros que incurran en una inasistencia. De igual forma carecen de un registro de producción, sin embargo se menciona que dadas las condiciones climáticas en SPL la mayoría de los agricultores practica la siembra de temporal y en el menor de los casos el riego por goteo, lo cual se traduce en la compra del agua a los pozos de carácter privado.

Se cuantifica que en este ejido sólo hay 20 grandes productores con más de 100 ha y que la mayoría de los cultivos del ejido son de caña de azúcar, maíz y agave; de estos la producción de la caña de azúcar se debe en gran medida a que los ingenios azucareros aseguran su abastecimiento por medio del financiamiento a los productores a través de créditos, así como del acceso a plaguicidas y la opción de que el corte en la cosecha sea por parte de jornaleros que trae el ingenio de diferentes puntos de la república mexicana. Una vez que la caña está en el ingenio esta se paga a precio internacional y se descuenta el crédito, los intereses, el costo de la mano de obra en el corte y en general lo que se derive de la producción como puede ser el transporte, en caso de haberlo puesto el ingenio, siendo esta forma de operación la que propicia que el productor esté en

desventaja al no tener opciones de venta, garantía en el precio (variable de un día a otro), por lo que está sujeto a saldar el préstamo con la producción, convirtiéndose en un trabajador más del ingenio por la nula existencia de un pago de renta por el uso del terreno, puesto que es el ejidatario quien cultiva su tierra pero da la impresión que a quien realmente pertenece es al ingenio azucarero.

Aun cuando esta situación es muy clara entre los productores cañeros, estos no tienen otra opción más que el cambio a otro ingenio que pague mejor por la producción, sin embargo la diferencia es mínima y al no haber la factibilidad para cambiar de cultivo se quedan bajo este sistema.

La siembra de maíz carece de financiamiento por parte del centro de acopio (el más cercano es el de la organización de Ejidatarios de los Altos de Compostela) y SAGARPA sólo vende las semillas o agroquímicos, anteriormente existían los precios de garantía sin embargo se retiraron y ahora el precio está en función de la calidad del producto.

En cuanto al agave, en su mayoría este es cultivado en su mayoría por las empresas tequileras las cuales rentan las parcelas a los agricultores.

Resultados de las Encuestas en San Pedro Lagunillas

El domingo 26 de junio nos fue permitido ingresar a la sesión de ejidatarios con el fin de realizar la encuesta sobre insumos agrícolas, para lo cual se contó con la colaboración de alumnos del Instituto Tecnológico de Tepic así como el apoyo por parte de la Secretaria del Comisariado Ejidal al otorgarnos el registro de ejidatarios con el número de parcelas.

Durante la sesión nos presentamos para hablar sobre el trabajo que realizamos en la región de SPL, invitando a los ejidatarios a realizar la encuesta al finalizar la sesión. Asistieron aproximadamente 50 personas, se encuestaron a 23 ejidatarios de los cuales el 95.8% está dedicado en su totalidad a la agricultura, 91.6% son propietarios de la parcela que cultivan y en promedio 4 personas (ejidatario y familiares) dependen económicamente de la agricultura.

En cuanto a la producción agrícola se presentaron en mayor cantidad los cultivos mostrados en la Tabla 44, obteniéndose un promedio de área usada, producción al año y precio de venta. Calculando el rendimiento, dividiendo la producción al año entre las hectáreas, el valor de la producción se obtiene al multiplicar el rendimiento por el precio promedio de venta.

Tabla 44 Principales cultivos en San Pedro Lagunillas

| Productos Agrícolas | Área usada [ha] | Producción al Año [ton] | Rendimiento [ton/ha] | Precio de Venta [\$/ton] | Valor de la Producción por Hectárea [\$/ha] |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| Maíz | 5.6 | 25.9 | 4.7 | 3,050.00 | 13,561.14 |
| Caña de Azúcar | 7.5 | 451.1 | 53.3 | 535.71 | 28,122.79 |
| Aguacate ¹ | 220 | 350 | 1.6 | 7,000 | 9,545.45 |

Aparte de lo presentado, se cultiva también en menor cantidad, limón persa, frijol, pastura y hortalizas; rábano, cebolla y cilantro. De los 23 encuestados 71% de ellos afirmaron tener mermas en alguno(s) de los productos que cultivan, el 62.5% de ellos atribuye la merma a las condiciones climáticas; lluvias en exceso (granizo), sequías, vientos, alta humedad, heladas, deslaves y acidez de la tierra. Sólo dos encuestados atribuyeron su merma a las plagas, además de las condiciones climáticas. El 47.8% no emplea todas la hectáreas de su parcela debido a que es cerro, arroyo o se requiere de máquinas para realizar el cultivo, sin embargo no se cuenta con los insumos suficientes. Así mismo el 17.4% emplea su parcela para ganado además de cultivo.

Es importante mencionar que los datos obtenidos de la encuesta no representan la producción agrícola de San Pedro Lagunillas en su totalidad, pues para esto se requiere encuestar al 30%, como mínimo, de la población de ejidatarios para tener una muestra significativa y representativa. Sin embargo los resultados obtenidos nos amplían el panorama sobre los tipos de cultivos que se tienen, la importante relación de las condiciones climáticas con la producción agrícola, los precios de venta y el uso de suelo.

¹ En el caso del Aguacate los valores no son un promedio, fueron obtenidos directamente del presidente de la Asociación de Aguacateros de SPL. Los ingresos del año 2015 por la producción de aguacate fue de \$2.1 millones de pesos, con este valor se obtuvo el Valor de la Producción al dividirlo entre las hectáreas totales que siembra la Asociación.

Maíz

Las filas que contienen un guion (-) en precio de venta se debe a que los agricultores consumen este cultivo en lugar de venderlo. Para el cálculo del promedio se eliminaron los valores máximo y mínimo, los cuales están sombreados en las tablas de cultivo.

Tabla 45 Resultados del sondeo en San Pedro Lagunillas acerca del Maíz

| No | Productos | Área usada [ha] | Producción al Año [ton] | Rendimiento [ton/ha] | Precio de Venta[\$/ton] | Valor de la Producción por Hectárea [\$/ha] |
|----|-------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|---|
| 1 | Maíz | 5 | 20 | 4 | - | - |
| 2 | Maíz | 2 | 9 | 4.5 | - | - |
| 3 | Maíz | 4 | 16 | 4 | - | - |
| 4 | Maíz | 2 | 10 | 5 | 3,500 | 17,500 |
| 5 | Maíz | 5 | 8 | 1.6 | 3,500 | 5,600 |
| 6 | Maíz | 6 | 5.5 | 0.92 | 3,200 | 2,933 |
| 7 | Maíz (Para Elote) | 3 | 40 | 13.3 | 1,200 | 16,000 |
| 8 | Maíz | 14 | 100 | 7.1 | 3,400 | 24,286 |
| 9 | Maíz | 8 | 100 | 12.5 | 3,300 | 41,250 |
| 10 | Maíz | 8 | 7.5 | 1 | 3,100 | 2,906 |
| 11 | Maíz | 6 | 4 | 1 | 2,500 | 1,667 |
| 12 | Maíz | 10 | 5.5 | 1 | 3,500 | 1,925 |
| 13 | Maíz | 7 | 42 | 6 | 3,000 | 18,000 |
| 14 | Maíz | 7 | 7 | 1 | 3,600 | 3,600 |
| 15 | Maíz | 3 | 18 | 6 | 3,000 | 18,000 |
| 16 | Maíz | 0.5 | 2 | 4 | 3,000 | 12,000 |
| | Promedio | 5.8 | 24.9 | 4.1 | 3,218.18 | 13,339.42 |

Caña de azúcar

Tabla 46 Resultados del sondeo en San Pedro Lagunillas acerca de la Caña de Azúcar

| No | Productos | Área usada [ha] | Producción al Año [ton] | Rendimiento [ton/ha] | Precio de Venta [\$/ton] | Valor de la Producción por Hectárea [\$/ha] |
|-----------|------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 1 | Caña de Azúcar | 8.5 | 680 | 80 | 510 | 40,800 |
| 2 | Caña de Azúcar | 14 | 1,000 | 71.4 | 590 | 42,143 |
| 3 | Caña de Azúcar | 6 | 538 | 89.7 | 500 | 44,833 |
| 4 | Caña de Azúcar | 4 | 550 | 137.5 | 530 | 72,875 |
| 5 | Caña de Azúcar | 5 | 100 | 20 | 600 | 12,000 |
| 6 | Caña de Azúcar | 4 | 100 | 25 | 550 | 13,750 |
| 7 | Caña de Azúcar | 6 | 75 | 13 | 4,300 | 53,750 |
| 8 | Caña de Azúcar | 12 | 640 | 53 | 500 | 26,667 |
| 9 | Caña de Azúcar | 3 | 100 | 33 | 500 | 16,667 |
| | Promedio | 7.5 | 451.1 | 53.3 | 535.71 | 28,122.79 |

Aguacate

Tabla 47 Resultado del sondeo en San Pedro Lagunillas acerca del Aguacate

| No | Productos | Área usada [ha] | Producción al Año [ton] | Rendimiento [ton/ha] | Precio de Venta [\$/ton] | Valor de la Producción por Hectárea [\$/ha] |
|----|---------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---|
| 1 | Aguacate hass | 3 | 6 | 2 | 7,000 | 14,000 |
| 2 | Aguacate has normal | 3 | 7 | 2.3 | 7,000 | 16,333 |
| 3 | Aguacate hass | 3 | 4.5 | 2 | 7,000 | 10,500 |
| 4 | Aguacate* | 220 | 350 | 1.6 | 7,000 | 9,545.45 |

Limón

Tabla 48 Resultado del sondeo en San Pedro Lagunillas acerca del Limón

| No | Productos | Área usada [ha] | Producción al Año [ton] | Rendimiento [ton/ha] | Precio de Venta [\$/ton] | Valor de la Producción por Hectárea [\$/ha] |
|----|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---|
| 1 | Limón Persa | 5 | 14 | 3 | 3,500 | \$9,800 |
| 2 | Limón Persa | 1 | 11 | 11 | 7,000 | \$77,000 |
| | Promedio | 3 | 12.5 | 4.2 | 5,250 | \$65,625.00 |

Frijol

Tabla 49 Resultado del sondeo en San Pedro Lagunillas acerca del Frijol

| No | Productos | Área usada [ha] | Producción al Año [ton] | Rendimiento [ton/ha] | Precio de Venta [\$/ton] | Valor de la Producción por Hectárea [\$/ha] |
|----|-----------|-----------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---|
| 1 | Frijol | 3 | 1.235 | 0.41 | \$3,000 | \$1,235 |

Técnicos de producción del CBTa 107- DGTA

El personal técnico de producción de este plantel educativo nos mencionó que aparte de los cultivos de maíz, caña y agave, en SPL se tiene una pequeña producción de garbanzo, cacahuete, camote, chile de árbol y habanero, aguacate (hass Méndez y hass normal).

De los cultivos anteriores el aguacate en este sitio es relativamente nuevo, sin embargo ha ido en aumento en cuanto a la superficie sembrada, las plantaciones tienen una edad de 5 años y un rendimiento promedio de 2 [ton/ha], la cosecha obtenida en los meses de agosto a diciembre se lleva al centro de acopio en Tepic o inclusive los intermediarios son los que cortan el producto y ocurre que productores de Michoacán van a SPL a comprar el producto y se lo llevan a sus instalaciones para exportarlo como si fueran aguacates michoacano.

Uno de los factores que intervienen en la producción agrícola del lugar es el clima frío de mediados de noviembre a mediados de marzo, acentuándose en el mes de enero con temperaturas de 3 °C y 8 °C, así como la presencia de heladas que queman la planta y en el caso del aguacate detienen la floración. Una de las ventajas que tienen los productores de aguacate en este clima es la ausencia del gusano barrenador, el cual no se adapta a la altura y al frío, por lo cual el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nayarit ha impulsado su desarrollo y replanteado la liberalización del comercio en esta región. Otros de los productos agrícolas de gran demanda pero afectados por el clima es el chile habanero, el cual en invernaderos tendría producciones constantes.

Si bien la siembra de maíz tiene la característica natural de milpa, que permite la producción de otros cultivos (calabaza, frijol, quelite, verdolaga, chile), debido a la aplicación de herbicidas se termina con la biodiversidad natural convirtiéndose en un monocultivo. Entre las opciones de plantíos que se adaptan al clima se mencionaron el durazno y la manzana, pero por falta de comercialización los campesinos no se arriesgan a la siembra de dichos productos.

El agua usada para riego es extraída de pozos someros y profundos de entre 200 y 300 [m], los cuales son de propiedad privada y con precios de \$15.00 pesos por mil litros.

En las actividades forestales el ejido cuenta con roble y pino michoacano, los cuales son aprovechados para venta de carbón. Los únicos aserraderos cercanos se encuentran en Tepic y en Xalisco.

Dentro de las actividades del plantel destaca la lombricomposta con estiércol de bovinos y equinos, esta se utiliza como fertilizante orgánico, tiene una buena aceptación y precio.; también se desarrolla la producción de gallina de engorda y la gallinaza es utilizada como suplemento para la dieta del ganado bovino.

Puntos colindantes a San Pedro Lagunillas

Como se planteó se visitaron los comisariado ejidales de Chapalilla, Compostela, Santa María del Oro y Ahuacatlán, sin embargo la técnica en los cultivos es la misma, prevalece la caña de azúcar, el maíz y el agave, repitiendo también las formas y los problemas para cultivar.

En **Chapalilla** su principal preocupación es la falta de conocimientos exactos sobre la salud de la tierra, consideran que es necesario un estudio del suelo y expertos en el área que les sugieran que tipo de prácticas

agrícolas deberían seguir para prescindir en la medida de lo posible de los químicos que regularmente se le suministran a la tierra. En la junta que de igual manera celebran en el ejido de SPL, nos fue permitido estar presentes y poder practicar encuestas a los ejidatarios que forman parte del gremio de dicho ejido. A esta reunión asistieron alrededor de 25 ejidatarios de los cuales solo pudimos recabar ocho encuestas. Lamentablemente el poco interés se hace notar puesto que no han tenido muy buenas experiencias con otro tipo de encuestas y/o proyectos impulsados por el gobierno.

El presidente ejidal, Octavio Nolasco, comentó que en Chapalilla el principal cultivo de la región es la caña de azúcar y caña blanca, otros cultivos que se producen son maíz, limón y aguacate.

Por otro lado el presidente ejidal de **Santa María del oro**, nos comentó que la falta de interés de las instituciones públicas en la asesoría y el seguimiento de los proyectos, ocasiona que estos se abandonen y no se tenga más opción que continuar en el círculo de la plantación de caña, ya que el cambio a un cultivo frutal puede demorar hasta dos años en cosechar y en ese tiempo no hay otra manera de sostenerse. Al igual que los de Chapalilla, el presidente ejidal considera necesario y de suma importancia hacer un estudio de suelo para el estado, también se necesita un estudio de mercado para la producción de tal manera que se recupere lo invertido en la siembra, así como tener garantías en los precios de tales productos, por medio de un contrato y bajo el cual no sea modificado con el paso del tiempo, siendo menor y afectando al agricultor. Aun así la gente está dispuesta a intentar proyectos piloto que conlleven un cambio por mínimo que este sea.

En **Ahuacatlán** se realizó la visita al presidente ejidal, Juan Manuel Quesada, él nos mencionó los principales cultivos de su región, así como las hectáreas sembradas por cultivo; Caña de Azúcar - 300 ha, Maíz - 300 ha, Nopales - 25 ha, Pitaya - 10 ha, Agave en menor cantidad, así como tuna verde, roja y pitahaya.

Nos comentó que hay 180 ejidatarios, de estos sólo entre el 40% y 50% asisten a las reuniones ejidales, pero su propio reglamento estipula que si el ejidatario tiene más de 70 años puede asistir en su lugar un representante.

En el ámbito social el presidente considera como prioridad atender tres rubros importantes para beneficio de Ahuacatlán; el primero consiste en la regularización de 1 ha que se devolvió a los ejidatarios al momento del cese de funciones de una porcina; el segundo está relacionado con una extensión de tierras, 7 ha, que los ejidatarios prestaron a SAGARPA para una expo ganadera o tianguis turístico y de la cual ahora requieren se les devuelva para actividades agrícolas y el tercero es perforar un pozo de agua para evitar que el ganado cruce la nueva carretera que se está construyendo para que beban agua.

Materia prima

Ejido Las Varas

Dado que uno de los objetivos en el sondeo era determinar la existencia de materia prima para poder llevar a cabo el proyecto de deshidratación, se identificó el ejido Las Varas, que está situado en la parte baja de Compostela a una hora de SPL sobre la carretera Federal 68 de cuota en el cual hay una amplia variedad de cultivos frutícolas.

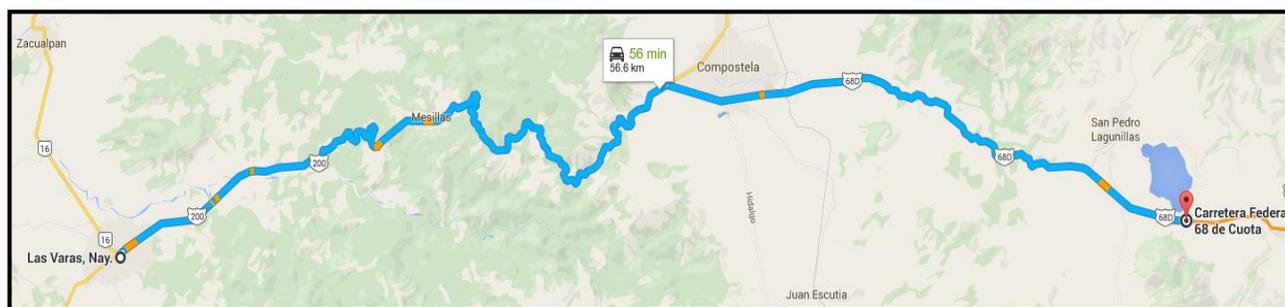


Ilustración 77 Trayecto entre San Pedro Lagunillas y Las Varas

Las Varas se conforma de 524 ejidatarios y 132 posesionarios, abarcando una extensión de 6,562 [ha] de las cuales 4,350 son de cultivo (1,300 ha son de cultivos frutícolas), 1,358 ha de uso común (se pretenden vender) y 854 ha de praderas. Pese a que hay una deficiencia en los registros de producción, en el comisariado ejidal se conversó con el presidente ejidal Crisanto Loera Saldaña quien nos proporcionó información sobre la producción frutícola.

La producción en el ejido Las Varas es diversa, produciendo más productos frutícolas debido a las condiciones climáticas de la región. A continuación en la Tabla 50 se muestra la información sobre la producción frutícola del ejido.

Tabla 50 Producción agrícola en el ejido de las Varas

| Producto | Hectáreas sembradas | Producción al año [ton] | Merma[ton] |
|------------------|---------------------|-------------------------|--------------|
| Mango | 700 ~ 710 | 2,800 | 500 |
| Piña | 120 | 75 ² | No hay merma |
| Guanábana | 200 | 420 ³ | No hay Merma |
| Plátano | 25 | 1,200 | No hay merma |

² Producción obtenida cada 18 meses

³ Produciendo dos veces por año

| | | | |
|---------------|-----------|------------------|--|
| Sandía | 550 ~ 600 | 30 ~ 35 [ton/ha] | 10% |
| Jícama | 62 | 80 ~ 90 [ton/ha] | Pérdida total- Debido a que el kg costo \$2.00 |

Además de los cultivos mencionados en la Tabla 50, en este ejido se tiene: lichi, yaca, maracuyá, tabaco, frijol, sorgo y maíz. De las variedades de mango se cuenta con: tommy atkins, ataulfo, keitt, haden y kent cuyo precio es de 1500 a 1750 [\$/ton] y cuyas mermas se deben a la rápida maduración y la pobre comercialización.

Deshidratadora de Mango aBari® Agroproductos S.P.R. De R.L

La empresa aBari® está ubicada en el poblado de Zacualpan, al norte del ejido de Las Varas, en donde trabajan 350 personas, pese a esto, el personal no es suficiente. Comenta que el personal fue altamente capacitado por lo cual se busca un permanecía con el mismo, sus operarios pueden pelar y picar un mango en aproximadamente 45 segundos. Esta información hace referencia a la primer planta de Abari, ya que en la segunda la cual cuanta con dos deshidratadores se maneja otra producción del personal

Para operar en promedio gastan \$ 7,500 pesos de gas L. P. por cada tonelada de mango deshidratado al día y aproximadamente \$ 28,000 pesos en energía eléctrica mensualmente, siendo estos sus principales costos de operación ya que en lo que respecta a la materia prima cuentan con sus propios cultivos de mango y sólo en caso de no cubrir con su producción lo compran a los productores de la región. Una de las medidas que están evaluando para reducir el consumo de combustible es la adicción de sistemas híbridos que operan con energía solar.

Los deshidratadores donde procesan el alimento son tres secadores de túnel continuo, están hechos de tabique y forrados por dentro con lámina de acero inoxidable, cabe mencionar que el diseño es propio y sólo se necesitó de asesoría para la selección de los quemadores. El primer deshidratador es de 12 [m] de largo y con la experiencia recabada en la operación se redujeron a 8 [m] y 6 [m] (estos están en la segunda planta). Los parámetros de operación se muestran en la Tabla 51.

Tabla 51 Parámetros de operación de la Deshidratadora de Mango aBari®

| Mango Fresco procesado [ton/día] | Estándar para Introducir [°Brix] | Mango Deshidratado [ton] | Temperatura de operación [°C] | Tiempo del operación [hrs] | Calidad del proceso⁴ [%] |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 52 | 16 | 3.8 | 65 ~ 75 | 10 ~ 12 | 95 |

La comercialización del mango deshidratado la realiza directamente la empresa en EE.UU. y Canadá, enviando 200,000 libras a ambos países y próximamente comenzarán a exportar a Europa. También realizan la venta al menudeo ofreciendo bolsas de medio kilogramo en \$100 pesos, en presentaciones de mango seco

⁴ Indica el porcentaje de mango que se deshidrata uniformemente durante el proceso

natural y mango seco enchilado (únicamente bajo pedido). Se nos informó que EE.UU. demanda piña y plátano deshidratado, sin embargo la empresa aBari® no puede solucionar su demanda debido a que los costos de operación se incrementan en ambos casos de tal forma que no resulta redituable y por ende sólo operan seis meses, que es el tiempo que dura la temporada de mango.

Conclusión Generales – Anexo 2

Resulta interesante reflexionar acerca de los costos de producción obtenidos que la planta aBari® tiene; emplea secadores de túnel con sistema de charolas y aire caliente. El aire se calienta con quemadores de gas L.P., emplea energía eléctrica para su monitoreo e iluminación, la materia prima la cultiva la propia empresa por lo que los costos se incrementan en cuanto a mano de obra. Un aspecto importante es que esta empresa opera solamente 6 meses, durante la temporada de mango. El control de calidad y el proceso no nos fue permitido ver, a pesar de esto no cabe duda de que la empresa aBari® tiene una buena posición en el mercado de mango deshidratado al exportar al extranjero toneladas de su producto terminado.

Es entonces cuando surge la comparativa entre el deshidratador geotérmico diseñado por grupo IIDEA y una empresa que ya opera en el mercado, las ventajas en cuanto al recurso energético tendrían que ser evaluadas económicamente, por otro lado la empresa aBari® tiene la ventaja de cultivar y cosechar su propia materia prima; mango, teniéndose el inconveniente de las condiciones climáticas de San Pedro Lagunillas no son idóneas para la producción de mango o de algún cultivo frutícola por lo que se tiene un inconveniente en cuanto a la disposición de materia prima para deshidratador sujeta a la posición del deshidratador geotérmico. Sin embargo el tiempo de producción, la calidad y costos de producción son los que marcaran la diferencia significativa entre estas tecnologías.

Anexo 3 Encuesta para empresas deshidratadoras

Encuesta elaborada por: Dr. Héctor Adrián Martínez Berumen

Editado y realizada por: Méndez Calderón Diana

Objetivo de la Encuesta: Conocer la tecnología de deshidratado que emplean las empresas deshidratadoras en México, así como el o los productos que comercialicen.

| Datos Generales | |
|--|--|
| Nombre | |
| Nombre del contacto | |
| Puesto | |
| Extensión directa | |
| e-mail | |
| 1. ¿Dentro de su proceso productivo, se dedica a la deshidratación de alimentos, o su giro es exclusivo de venta de alimentos deshidratados? | |
| 2. ¿Qué sistema de deshidratación utilizan? | |
| 3. ¿Aproximadamente cuál es el costo de su sistema de deshidratado? | |
| 4. ¿Qué energético emplea el deshidratador? | |
| 6. ¿Cuánto tiempo operan en un año? | |
| 7. ¿Cuál es la capacidad de producción de su deshidratador actualmente? | |
| 8. ¿Cuál es la capacidad de producción de la planta? | |
| 9. ¿Qué tipo de fruta venden y/o deshidratan? | |
| 10. ¿Qué producto cuenta con mayor demanda? | |
| 11. ¿Cuál es el precio de venta promedio del producto deshidratado? | |
| 12. En una escala del 1 al 10: ¿Qué nivel de interés tiene en la tecnología presentada? | |

Bibliografía

- IBAC, P. (2016). *Probabilidad IBAC*. Obtenido de <https://probabilidad1bac.wikispaces.com/Ley+de+los+grandes+n%C3%BAmeros>
- Alfonso, I. L. (2014). *Costos de Construcción y Edificaciones Volume 1*. Ciudad de México: Intercost.
- Alibaba.com. (2017). *Alibaba.com*. Obtenido de <http://spanish.alibaba.com>
- Andritsos N., D. P. (2018). *USE OF GEOTHERMAL ENERGY FOR TOMATO DRYING*. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu>
- Association, G. E. (2016). *Geothermal Energy Association*. Obtenido de Geothermal Energy Association: <http://geo-energy.org/basics.aspx>
- Aviña, D. H. (Febrero de 2017). Costo de un Pozo geotérmico. (D. Méndez, Entrevistador)
- Baeza Zamora, A. (2009). *DESHIDRATADOR DE TOMATES UTILIZANDO ENERGÍA GEOTÉRMICA PARA ENSENADA B.C*. Ciudad de México: Dirección General de Bibliotecas, DGA.
- Banco de México. (2016). Obtenido de <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiarior/>
- Brewer, J. (2018). *Arizona Experience*. Obtenido de Energía geotérmica: <http://arizonaexperience.org/land/geothermal-energy-0>
- Bruce L. Bowerman, R. T. (2007). *Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión Un enfoque aplicado*. México: THOMSOM.
- Bruce L. Bowerman, R. T. (2007). *Prónosticos, series de tiempo y regresión Un enfoque aplicado*. CENGAGE Learning.
- California, B. (s.f.). Obtenido de <http://descubrebajacalifornia.com/index.php/ciudades-participantes/paseos-familiares-ensenada>
- CRE. (2015). *Comisión Reguladora de Energía*. Recuperado el 05 de 05 de 2015, de Comisión Reguladora de Energía: <http://www.cre.gob.mx/estudios/ce0111.pdf>
- Dickson, M., & Fanelli. (2003). *Energía geotérmica: utilización y tecnología*. París: UNESCO.
- EmpoderaSalud. (29 de Mayo de 2014). *Deshidratar frutas y verduras: varios métodos y sus beneficios*. Obtenido de <http://www.empoderasalud.com/deshidratar-frutas-y-verduras-varios-metodos-y-sus-beneficios/>
- eperez494. (18 de 07 de 2014). *Ingeniería y Ciencia de Alimentos*. Obtenido de <http://tecnocienciaalimentaria.blogspot.mx/2014/07/generalidades-del-secado.html>

- Europapress. (2015). *La superficie de invernaderos crece un 10.5 % en los últimos cuatro años hasta llegar a las 29596 hectareas: Europapress*. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://www.europapress.es/>
- Expo Milano México. (2016). *México Expo Milano 2015*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de <http://www.expomilanmexico.com/Agricultura>
- FAO. (2014). *FAO*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de <http://www.fao.org/statistics/es/>
- FAO. (2015). *Acuicultura a nivel mundial*. Recuperado el 10 de Junio de 2016, de www.fao.org/aquaculture/es/
- Foro-Mexico.com. (2015). *Foro-Mexico.com*. Obtenido de Foro-Mexico.com: <http://www.foro-mexico.com/>
- Galega, A. C. (2011). *Informe Geotermia*. Obtenido de <http://www.agenbur.com/adftp/Informe%20Geotermia%202011%20-%20ACLUXEGA.pdf>
- Gallegos, J. E. (2016). *Patrones de una serie de tiempo*. Obtenido de Patrones de una serie de tiempo: http://www.editorialdigitaltecdemonterrey.com/materialadicional/id196/cap1/patrones_tiempo.pdf
- Garcia, J. L. (2017). *Simulación Numérica de un Deshidratador por Convección*. Ciudad de México: Programa de maestría y doctorado en ingeniería.
- Gemma Garcia Farreras, A. C. (3 de Agosto de 2015). *PRNewswire a cision company*. Obtenido de PRNewswire a cision company : <http://www.prnewswire.com/news-releases/inc-publica-el-2o-mapa-mundial-de-flujos-comerciales-de-frutos-secos-y-fruta-deshidratada-destacando-tendencias-y-oportunidades-en-produccion-y-consumo-520478052.html>
- Geotermia, P. e. (08 de Mayo de 2014). *Piensa en Geotermia*. Recuperado el 08 de Junio de 2015, de Piensa en Geotermia: <http://piensageotermia.com/archives/22316>
- Geothermice-Perspectives. (2016). *Geothermice-Perspectives*. Obtenido de Geothermice-Perspectives: <http://www.geothermie-perspectives.fr/>
- Gómez, A. L. (2016). *Inferencia Estadística Notas de Clase Tema VI*. Ciudad de México CDMX.
- Gómez, C. (2018). *mexicoxport*. Obtenido de México rompe récord en exportaciones de mango fresco y deshidratado a EEUU: <https://mexicoxport.com/noticias/42493/mexico-rompe-record-en-exportaciones-de-mango-fresco-y-deshidratado-a-eeuu>
- Grupo IIDEA Gasga Morales, C. (2016). *Ficha técnica del deshidratador geotérmico de baja entalpía*. Ciudad de México: Instituto de Ingeniería UNAM.
- GUIALIS. (2015). *GUIALIS*. Recuperado el 08 de Junio de 2015, de GUIALIS: <http://san-pedro-lagunillas.guialis.com.mx/fruterias>

- Herrera, E. (2015). *La yaca (Artocarpus heterophyllus Lam.), una fruta muy singular y sus usos tradicionales* (1 ed.). Mérida: Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- IDAE, I., & España, I. p. (2016). *IGME.ES*. Obtenido de http://www.igme.es/Geotermia/Ficheros%20PDF/Manual_Geotermia_2,5.pdf
- IIDEA, G. (2016). *IIDEA*. Obtenido de <http://www.iidea.unam.mx>
- INAFED. (11 de 05 de 2015). Obtenido de INAFED: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM18nayarit/municipios/18013a.html>
- INC. (2016). *International Nut&Dried Frut*. Obtenido de International Nut&Dried Frut: <http://www.nutfruit.org/>
- INEGI. (2009). *INEGI*. Obtenido de INEGI: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/18/18013.pdf>
- INEGI. (2009). *INEGI*. Obtenido de INEGI: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/02/02001.pdf>
- INEGI. (2010). *INEGI*. Recuperado el 18 de 05 de 2015, de INEGI: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/bc/Panorama_BC.pdf
- INEGI. (2010). *INEGI*. Recuperado el 11 de 05 de 2015, de INEGI: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/nay/Panorama_Nay.pdf
- INEGI. (2015). *Anuario Estadístico y geográfico de Nayarit 2015*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>
- INEGI. (2015). *Panorama sociodemográfico de Nayarit*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/default.aspx>
- Ingeniería, F. d. (2016). *Las plantas de energía geotérmica más grandes del mundo*. Obtenido de <http://www.fierasdelaingenieria.com/las-plantas-de-energia-geotermica-mas-grandes-del-mundo/>
- International Trade Center (ITC). (2016). *Trade Mape*. Obtenido de Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas: http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3|842|||0804508010||8|1|1|1|2|1|2|1|1
- Jimenez, D. H. (Junio de 2017). Costo de un pozo geotermico . (D. M. Calderón, Entrevistador)
- Jiménez, H. M. (2015). *Notas de clase de temas selectos de termofluidos*. México.

- Johnson, W., & Smith, K. (1981). *Use of Geothermal Energy for Aquaculture Purposes, Phase III-Final Report*. . Geo-Heat Center.
- Juan, J. F. (2016). *Simulación Montecarlo con Excel*. Obtenido de http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Simulacion_MC.pdf
- KINKAI. (2018). Obtenido de https://kinkai.en.alibaba.com/product/60093725145-800333797/Industrial_use_vegetables_fruits_drying_dehydrator_machine.html
- Libre, M. (2017). *Mercado Libre*. Obtenido de <http://mercado.libre.com>
- Lund, J. (1982). *Geothermal vegetable dehydration at Brady's Hot Springs, Nevada*. Geo-Heat Center.
- Lund, J. (2005). *Direct Heat Utiliation of Geothermal Resources Worldwide 2005*. Geo-Heat Center.
- Lund, J. W. (1996). *Design of small fruit drier using geothermal energy*. Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology.
- Lund, J. W. (2005). *Boletín trimestral del Geo-Heat Center*. Oregón: Instituto de Tecnología de Oregón.
- Lund, J. W. (2010). Utilización directa de la energía geotermica. *Energies*, 3-8.
- Lund, J. w., & Rangel, M. A. (1996). *Pilot fruit drier for the Los Azufres geothermal field, Mexico*. Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology.
- Madrid, A. (2009). *Energías Renovables*. España: MUDI-PRENSA.
- Mejía, M. (22 de Diciembre de 2015). *La geotermia es la energía proveniente del núcleo de la Tierra en forma de calor*. Obtenido de <http://www.vertigopolitico.com/articulo/37081/2016-ano-de-la-energia-geotermica-en-Mexico>
- Mexicana, A. G. (2016). *Asociación Geotérmica Mexicana*. Obtenido de <http://www.geotermia.org.mx/geotermia/>
- México, G. (2016). *giuamexico*. Recuperado el 08 de 05 de 2015, de giuamexico: <http://guiamexico.com.mx/empresas/distribuidora-de-alimentos-ibarra.html>
- Mungía, E. C. (2012). *Temas Selectos en Ingeniería de Alimentos*. Obtenido de [http://www.TSIA-6\(1\)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf.com](http://www.TSIA-6(1)-Ceballos-Ortiz-et-al-2012.pdf.com)
- Nayarit, G. d. (2017). *REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA EL MUNICIPIO DE*. Obtenido de <http://www.transparencia.tepic.gob.mx/docs/reglamentos/09-reglamento-construcciones.pdf>
- Norzagaray, O., Muñoz, P., Sánchez, L., Campurro, L., & Llánes, O. (2012). *Acuicultura, Estado Actual y retos de la investigación en México: Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura*. Recuperado el 10 de junio de 2016, de www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37_4.pdf

- omena, I. (s.f.). *Luonnollista Laatu*. Obtenido de <http://www.omenatila.fi/kuivauspalvelu/>
- Ormad, A. (2014). *Energía Geotérmica aplicada en invernadero: Piensa en Geotermia*. Recuperado el 8 de Julio de 2016, de <http://www.piensageotermia.com/>
- Ormad, A. (2014). *Primer invernadero geotérmico en Chile obtiene resultados positivos: Piensa en Geotermia*. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://www.piensageotermia.com/>
- Ormad, A. (2014). *Webinar, búsqueda de inversores para invernaderos geotérmicos en España: Piensa en Geotermia*. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://www.piensageotermia.com/>
- Park, C. S. (2009). *Fundamentos de Ingeniería Ecocómica*. México: Pearson Educación .
- Park, C. S. (2009). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Pérez González, E. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA*. Ciudad de México: UNAM.
- Práctica, T. E. (10 de Julio de 2010). *Secador solar de frutas*. Obtenido de <http://www.terra.org/categorias/articulos/secador-solar-de-frutas>
- Prol-Ledesma, R. M. (2016). *Ciencias de la Tierra*. Obtenido de El calor de la tierra: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/058/htm/tierra.htm>
- Renovables, A. d. (2017). *¿Qué es la energía geotérmica de alta entalpía? APPA*. Obtenido de http://www.appa.es/06geotermica_alta/06que_es.php
- Richter, O'Halloran, A. (2018). *ThinkGeoEnergy*. Obtenido de <http://www.thinkgeoenergy.com>
- Rivera, D. (16 de enero de 2017). *Nayarit en Línea*. Obtenido de Campesinos nayaritas marchan contra gasolinazo; "Sube el precio del flete pero no de la cosecha" : <http://www.nayaritenlinea.mx/2017/01/16/campesinos-nayaritas-marchan-contragasinazo-subeprecio-del-flete-pero-no-de-la-cosecha?vid=93403>
- Rodríguez, V. T. (1993). *Geotermia en Mexico*. México: UNAM, Programa Universitario de Energía.
- Rojas, F. (2015). *Islandia, platanos e invernaderos geotérmicos: Piensa en Getermia*. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://www.piensageotermia.com/>
- Rosique, J. C. (2016). *Nuevas tecnologías de la Industria Alimenticia*. Obtenido de Tecnología alimenticia: <http://www.tecnologia-alimnetaria.pdf.com>
- SAGARPA. (2016). *Procesamiento de frutas y verduras a nivel casero*. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Procesamiento%20de%20frutas%20y%20verduras%20a%20nivel%20casero.pdf>

Santoyo Gutiérrez, E., & Torres Alvarado, I. S. (1° de octubre de 2010). Escenario Futuro de Explotación de la Energía Geotérmica: Hacia un Desarrollo Sustentable. *Revista Digital Universitaria*, 15-18. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.11/num10/art95/art95.pdf>

Secador Rotativo explicaciones por Fischer Agro (2012). [Película].

Secretaría de Economía. (2013). *Alimentos procesados: Secretaría de Economía*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de <http://www.gob.mx/se/>

Secretaría de Economía. (2013). *Alimentos procesados: Secretaría de Economía*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de <http://www.gob.mx/se/>

SEDESOL. (2015). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/45857/Nayarit_013.pdf

SEDESOL. (2015). *Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Social*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/45848/Nayarit_004.pdf

STPS. (2017). *Salarios Mínimos*. Obtenido de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/175865/Tabla_de_salarios_minimos_vigentes_a_partir_de_01_enero_2017.pdf

SUBDEPARTAMENTO DE INFORMACIÓN COMERCIAL, p. (2010). *Oportunidades en el Mercado para la fruta deshidratada*. Obtenido de http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCoyuntura2010/Deshidratados/frutas_deshidratadas_prochile.pdf

TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S. J. (2010). *Evaluación del Potencial de Energía Geotérmica*. Obtenido de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e9_geotermia_A_db72b0ac.pdf

Transporte, S. d. (febrero de 2017). Obtenido de <http://ttr.sct.gob.mx/mappir/>

Vercelli, A. (2010). *Energías como bienes comunes*. Obtenido de <http://www.energias.bienescomunes.org/2012/06/26/que-es-la-energia-geotermica/>

Zabala, H. (2005). *Planeación estratégica aplicada a cooperativas y demás formas asociativas y solidarias* (1 ed.). Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.