



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO -ADMINISTRATIVAS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE  
LOS RECURSOS NATURALES**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CALIDAD  
AMBIENTAL, EN IRAPUATO, GUANAJUATO**

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:

**CRISTIAN ALONSO BARRAGÁN AVILES**



DIRECCION GENERAL ACADEMICA  
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, JUNIO 2019



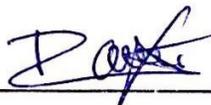
# **VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CALIDAD AMBIENTAL, EN IRAPUATO, GUANAJUATO**

Tesis realizada por el **ING. CRISTIAN ALONSO BARRAGÁN AVILES**, bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS  
NATURALES**



**DIRECTOR: DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ**



**ASESOR: DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ**



**ASESOR: DR. FERMÍN SANDOVAL ROMERO**



**ASESOR: MC. JUAN OSWALDO CERVANTES LUNA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi alma mater, la Universidad Autónoma Chapingo, por todo lo que me ha brindado durante mi formación profesional, ahora, en la culminación de mis estudios de posgrado en la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz, por su valioso tiempo empleado en esta investigación, por sus observaciones y sugerencias; las cuales fueron muy importantes para la elaboración de este documento.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, por el apoyo brindado a esta investigación, sus observaciones y sugerencias; las cuales fueron muy importantes para la elaboración de este documento.

Al Dr. Fermín Sandoval Romero, por todas las observaciones que fueron muy útiles en la elaboración de este documento y el gran apoyo que me brindó para mis estudios de maestría.

Al MC. Juan Oswaldo Cervantes Luna por sus asesorías, sugerencias y sobre todo por su valioso tiempo dedicado en el análisis de este trabajo, además de la gran amistad que me brindó durante mi estancia en este posgrado.

## DATOS BIOGRÁFICOS



Cristian Alonso Barragán Aviles nació en el Distrito Federal el 03 de agosto de 1984, posteriormente radicó en el municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México lugar donde realizó los estudios de primaria y secundaria. En el año de 1999 ingresó a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y posteriormente del 2002 cursó la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo concluyéndola en el año de 2006. En el año 2017 ingresó a la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, de la División de Ciencias Económico-Administrativas en la Universidad Autónoma Chapingo.

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Objetivo .....	3
1.3.	Hipótesis .....	3
2.	ZONA DE ESTUDIO .....	4
2.1.	Ubicación del municipio .....	4
2.2.	Características del municipio.....	4
2.3.	Ámbito regional.....	6
2.4.	Ámbito municipal .....	7
2.4.1.	Hidrología.....	7
2.4.2.	Orografía .....	10
2.4.3.	Clima .....	11
2.4.4.	Edafología .....	13
2.4.5.	Uso de suelo y vegetación .....	13
2.4.6.	Agricultura .....	17
2.4.7.	Asentamientos humanos, infraestructura mixta y zonas industriales. ....	18
2.4.8.	Areas naturales protegidas.....	19
2.5.	Problemática ambiental .....	20
2.5.1.	Contaminación del aire.....	20
2.5.2.	Calidad del aire .....	21
3.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	26
4.	MARCO TEÓRICO .....	31
4.1.	Teoría de las preferencias. ....	31
4.2.	Análisis económico del cambio en los niveles del bienestar .....	32
4.2.1.	La variación compensatoria y equivalente.....	32
4.3.	Concepto de Valor .....	40
4.3.1.	Valor económico total .....	41
4.4.	Concepto de valor económico.....	43
4.5.	Métodos de valoración económica .....	44
5.	METODOLOGÍA.....	47
5.1.	Método de valoración contingente (MVC).....	47

5.1.1.	Diseño de un estudio empleando el MVC .....	49
5.1.2.	Formato de las preguntas .....	51
5.1.3.	Formatos para la pregunta de DAP .....	52
5.1.4.	Sesgos en el MVC.....	56
5.1.5.	Ventajas y desventajas del MVC.....	57
5.2.	Diseño del cuestionario .....	58
5.3.	Métodos para la aplicación de encuestas .....	61
5.4.	Muestreo y cálculo del tamaño de la muestra.....	61
5.4.1.	Muestreo aleatorio simple (MAS) .....	61
5.4.2.	Tamaño de la muestra .....	63
5.5.	Modelación .....	65
5.5.1.	Pasos para la modelación en el programa Nlogit.....	65
6.	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>68</b>
6.1.	Perfil de los encuestados.....	68
6.1.1.	Sexo.....	68
6.1.2.	Edad .....	69
6.1.3.	Escolaridad.....	70
6.1.4.	Sector de empleo.....	71
6.1.5.	Ingreso .....	72
6.2.	Percepción ambiental de la población de Irapuato, Guanajuato .....	73
6.2.1.	Aire.....	73
6.2.2.	Agua .....	74
6.2.3.	Suelo .....	75
6.2.4.	Manejo de residuos sólidos.....	76
6.2.5.	Prioridad ambiental de la población de Irapuato, Guanajuato. ....	77
6.3.	Modelo estadístico .....	78
6.3.1.	Pruebas y criterios de decisión del modelo Log. ....	79
6.3.2.	Análisis estadístico.....	79
6.3.3.	Disposición a pagar o variación compensatoria .....	86
6.3.4.	Disposición a pagar por ingreso.....	87
6.3.5.	Disponibilidad a pagar por escolaridad .....	88
7.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
7.1.	Conclusiones .....	89

7.2. Recomendaciones.....	90
8. LITERATURA CITADA.....	91
9. ANEXO .....	96

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos climáticos de las estaciones meteorológicas del municipio de Irapuato. ....	11
Cuadro 2. Tipos de cobertura vegetal y actividad actual. ....	14
Cuadro 3. Métodos de valoración .....	44
Cuadro 4. Ejemplo de subdivisión de muestra .....	54
Cuadro 5. Ejemplo de Formato Dicotómico Doble.....	55
Cuadro 6. Identificación de variables para el Método de Valoración Contingente	67
Cuadro 7. Variables .....	78
Cuadro 8. Indicador McFadden o pseudo $R^2$ .....	79
Cuadro 9. Pruebas de Relevancia.....	80
Cuadro 10. Estadísticas de información para el modelo de elección discreta .....	81
Cuadro 11. Valores estadísticos de las variables. ....	82
Cuadro 12. Efectos marginales.....	82
Cuadro 13. Pruebas de bondad. ....	85
Cuadro 14. Predicciones de modelos. ....	86
Cuadro 15. DAP de acuerdo con el nivel de ingreso .....	87
Cuadro 16. DAP de acuerdo con el grado escolar .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ocupación de suelos en el municipio de Irapuato. ....	13
Figura 2. Ocupación Territorial.....	16
Figura 3. Ubicación geográfica de la ANP Cerro de Arandas en Irapuato. ....	19
Figura 4. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala $PM_{10}$ (promedios de 24 h).....	22
Figura 5. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala $O_3$ (máximos diarios). ....	23
Figura 6. Distribución de los días con calidad del aire buena regular y mala $SO_2$ (promedios de 24 h).....	24
Figura 7. . Distribución de los días con calidad del aire buena regular y mala $NO_2$ (promedios de 24 h).....	25
Figura 8. Medidas de cambio de bienestar .....	34
Figura 9. VC, VE, demandas marshallianas y hicksianas .....	37
Figura 10. Sexo de los Entrevistados .....	68
Figura 11. Rango de edad de los entrevistados	68
Figura 10. Sexo de los Entrevistados .....	68
Figura 11. Rango de edad de los entrevistados .....	69
Figura 12. Nivel de estudios de los entrevistados de la muestra.	69
Figura 11. Rango de edad de los entrevistados .....	69
Figura 12. Nivel de estudios de los entrevistados de la muestra. ....	70
Figura 13. Ocupación de los entrevistados.	70
Figura 12. Nivel de estudios de los entrevistados de la muestra. ....	70

<b>Figura 13. Ocupación de los entrevistados.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 14. Rangos de ingreso de los entrevistados.Figura 13. Ocupación de los entrevistados. ....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 14. Rangos de ingreso de los entrevistados.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 15. Percepción de la calidad del aire en Irapuato.Figura 14. Rangos de ingreso de los entrevistados.....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 15. Percepción de la calidad del aire en Irapuato. ....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 16. Percepción de la calidad del agua en Irapuato.Figura 15. Percepción de la calidad del aire en Irapuato.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 16. Percepción de la calidad del agua en Irapuato. ....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 17. Percepción de la calidad del suelo en Irapuato.Figura 16. Percepción de la calidad del agua en Irapuato.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 17. Percepción de la calidad del suelo en Irapuato.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 18. Percepción del manejo de residuos sólidos en Irapuato.Figura 17. Percepción de la calidad del suelo en Irapuato.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 18. Percepción del manejo de residuos sólidos en Irapuato. ....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 19. Prioridad ambiental de la población de Irapuato.Figura 18. Percepción del manejo de residuos sólidos en Irapuato.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 19. Prioridad ambiental de la población de Irapuato.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 20. DAP / ingresoFigura 19. Prioridad ambiental de la población de Irapuato.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 20. DAP / ingreso.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 21. DAP / escolaridadFigura 20. DAP / ingreso.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 21. DAP / escolaridad.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 21. DAP / escolaridad.....</b>	<b>88</b>

## LISTADO DE ABREVIATURAS

ANP	Área Natural Protegida
VC	Variación Compensatoria
VE	Variación Equivalente
MVC	Método de Valoración Contingente
DAP	Disposición a pagar
MAS	Muestreo aleatorio simple
PROAIRE	Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
IMP	Instituto Municipal de Planeación Irapuato
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y geografía
CEAG	Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
DGE	Decreto Gubernativo del Estado
CNY	Yuan chino
ACB	Análisis costo – beneficio
VET	Valor económico total
VU	Valor de Uso
VNU	Valor de No Uso
VUD	Valor de Uso Directo
VUI	Valor de Uso Indirecto
VO	Valor de Opción
VE	Valor de Existencia
VH	Valor de Herencia
MFPH	Método de la Función de Producción de Hogares
MCV	Método del Costo de Viaje
MFPS	Método de la Función de Producción de Salud
MPH	Método de los Precios Hedónicos
EE	Experimentos de Elección
SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMAOT	Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial

## RESUMEN GENERAL

### VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CALIDAD AMBIENTAL, EN IRAPUATO, GUANAJUATO<sup>1</sup>

En la presente investigación se abordó la problemática que existe en el municipio de Irapuato, Guanajuato en relación con la calidad del aire. Esta zona metropolitana se encuentra en el noveno lugar de contaminación ambiental a nivel nacional. Irapuato cuenta con una población de 574,344 y los problemas ambientales afectan a la población con enfermedades respiratorias debido a las precarias condiciones ambientales. La problemática principal en Irapuato es la calidad del aire, el 90% de los entrevistados tiene una percepción de contaminación del aire entre mala y muy mala, mientras que el 10% percibe que la calidad del aire es buena o muy buena, aunque la población percibe que el mayor problema en la ciudad es el manejo de residuos sólidos (basura) y la calidad del agua. Para esta investigación se utilizó el método de valoración contingente, para lo cual se realizaron 100 encuestas a los habitantes y así se recabó la información necesaria para poder obtener la Disponibilidad a Pagar (DAP) de los habitantes del municipio, la DAP promedio obtenida fue de \$32.50 MX mensuales por familia; pudiéndose obtener una cantidad de \$47,200,920.00 MX anuales para el mejoramiento de la calidad del aire. Las variables que más explicaron la DAP fueron percepción de la calidad del aire, edad, escolaridad, estado civil, ingreso y dependientes económicos; y se descartaron sexo, ocupación, tamaño familiar, servicios médicos y conocimientos de los programas ambientales ya que estos no tenían una confiabilidad del 95%.

**Palabras clave:** Disponibilidad a pagar (DAP), calidad del aire, contaminación, conocimiento de programas ambientales, valoración contingente.

---

<sup>1</sup> Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Ing. Cristian Alonso Barragán Aviles  
Director de Tesis: Dr. Juan Hernández Ortiz

## GENERAL ABSTRACT

### ECONOMIC VALUATION OF ENVIRONMENTAL QUALITY, IN IRAPUATO, GUANAJUATO<sup>2</sup>

This research addressed the problem that exists in the municipality of Irapuato, Guanajuato in relation to air quality. This metropolitan area is in the ninth place of environmental pollution at national level. The main problem in Irapuato is the quality of air, 90% of the interviewees have a perception of air pollution as bad and very bad, while only 10% perceive that the air quality is good or very good, although the population perceives that the biggest problem in the city is the management of solid waste (garbage) and water quality. For this research, the contingent valuation method was used, 100 surveys were carried out and the necessary information was collected to obtain from the inhabitants of the municipality the availability to pay (ATP), the average ATP obtained was of \$32.50 monthly pesos per family. An amount of \$47,200,920.00 MX per year for the improvement of air quality may be obtained. The variables that most explained the ATP were perception of air quality, age, schooling, marital status, income and economic dependents and sex, occupation, family size, medical services and knowledge of environmental programs were discarded because they did not have a reliability of 95%.

**Key words:** Availability to Pay (ATP), air quality, pollution, knowledge of environmental programs, contingent valuation.

---

<sup>2</sup> Master's thesis in Science in agricultural economics and natural Resources, Chapingo Autonomous University.

Author: Ing. Cristian Alonso Barragan Aviles  
Advisor: Dr. Juan Hernández Ortiz

## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico y la globalización han originado evidentes beneficios, pero al mismo tiempo han provocado la aparición de nuevos riesgos. Existen dificultades e incertidumbres para identificar con exactitud la relación causal entre medio ambiente y salud. La medición de la exposición a numerosos factores ambientales es compleja porque no se disponen de sistemas adecuados de información y vigilancia sanitaria que permitan valorar la magnitud y gravedad de los riesgos.

El ambiente se considera como una condición necesaria para el bienestar de los individuos y sociedades, pero su estudio rara vez se extiende más allá de esta evidente proposición. Durante mucho tiempo el agua, el aire y la tierra se han considerado como bienes libres disponibles ilimitadamente y por lo tanto sin valor económico. En esta era de globalización en la que vive la humanidad, la preocupación por el cuidado y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales, ha provocado que los gobiernos, empresas privadas, ecologistas, la sociedad en general, así como los encargados de realizar las políticas de desarrollo económico, enfoquen su atención en este tema, de tal manera, que los niveles en la calidad de vida de las personas del presente y del futuro no se vean amenazadas por la escasez y contaminación de los recursos naturales.

La contaminación ambiental siempre ha existido pues, en parte, es inherente a las actividades del ser humano. Sin embargo, en años recientes se le ha debido prestar cada vez mayor atención, ya que han aumentado la frecuencia y gravedad de los incidentes de contaminación en todo el mundo y cada día hay más pruebas de sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud, aunque hasta hace poco se considera que estos no existan, que no había pruebas suficientes de ellos, o bien, que los efectos eran leves o, inclusive, eran considerados signos de progreso.

La contaminación del aire es un problema significativo para las zonas urbanas con alto nivel de desarrollo industrial, lo cual intensifica la concentración de los diversos agentes contaminantes, exponiendo a la población a los peligros asociados con la salud, es por ello por lo que se deben aumentar los esfuerzos para disminuir los niveles de concentración de los agentes contaminantes que tiene un nivel prioritario para conservar la salud de la población y del ecosistema en general.

Esta situación da lugar a la estimación de los costos del daño en la salud humana, ente central de la preocupación ante la contaminación del aire y como punto de partida para la elaboración de los objetivos de política ambiental; y por otro lado la valoración económica del recurso aire, con la finalidad de obtener parámetros que permitan estimar el valor de un bien que no está regido por las leyes del mercado.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El municipio de Irapuato ocupa el noveno lugar a nivel nacional y el cuarto a nivel estatal en aporte de contaminantes totales, esto claramente vinculado a que se encuentra en la zona industrial del bajío ([www.airvisual.com](http://www.airvisual.com), 2018). Entre los principales contaminantes en la ciudad de Irapuato, Guanajuato son el ozono ( $O_3$ ), bióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y partículas menores a 10 micrones (PM10) (PROAIRE, 2016).

Dada la situación de una elevada concentración de monóxido de carbono (CO) y una crecida emisión de compuestos orgánicos totales (COT), ya preocupa a las autoridades por los posibles daños que ocasionan a la salud de las personas y del medio ambiente en general, por los que es importante estimar el valor de la calidad ambiental mediante el método de valoración contingente con el propósito

de generar la información necesaria para desarrollar políticas que contribuyan a la disminución en los niveles de estos contaminantes.

## **1.2. Objetivo**

Estimar la disponibilidad a pagar (DAP) de la población de Irapuato, Guanajuato por una mejora en la calidad ambiental; empleando el método de valoración contingente (MVC) para generar información necesaria que permita obtener recursos y facilitar el financiamiento de proyectos para mejorar la calidad ambiental, y contribuir al mejoramiento del ecosistema del municipio.

## **1.3. Hipótesis**

Las hipótesis planteadas para esta investigación son las siguientes:

- La población de Irapuato, Guanajuato está dispuesta a pagar una cantidad monetaria por mejorar la calidad del ambiente.
- La Disponibilidad a Pagar (DAP) por mejorar la calidad de los servicios ambientales en la ciudad de Irapuato, está asociada con las variables: edad, sexo, escolaridad, estado civil, ingreso, el número de dependientes económicos, percepción de la calidad del medio ambiente.
- La DAP por los servicios ambientales está afectada de manera positiva por las variables: sexo, escolaridad, estado civil, el nivel de ingreso percepción de la calidad del medio ambiente y de forma negativa por: edad, el número de dependientes económicos y de la cuota de pago predeterminada.

## **2. ZONA DE ESTUDIO**

### **2.1. Ubicación del municipio**

El municipio de Irapuato es uno de los 46 municipios que conforman el estado de Guanajuato. Se ubica al centro sur poniente dentro de este Estado, ocupando parte de la zona central y del bajío de la República Mexicana.

El Estado ocupa una posición central en el sistema de ciudades del “Diamante de México”, gracias al trabajo realizado en materia logística que se plasma en su infraestructura carretera, educativa, salud, vivienda, desarrollo de parques industriales, cuidado del medio ambiente y servicios turísticos.

### **2.2. Características del municipio**

De acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación Irapuato, (2014). El Municipio cuenta con una posición geográfica estratégica al estar ubicado en una planicie al centro del país y conformar junto con Celaya, Salamanca y León el denominado “Corredor Industrial”. Colinda al norte con los municipios de Guanajuato y Silao, al sur con los municipios de Abasolo y Pueblo Nuevo, al oriente con el municipio de Salamanca y al poniente con los municipios de Romita y Abasolo.

El Municipio con base en el límite territorial utilizado para el presente estudio tiene una extensión territorial de 851.64 km<sup>2</sup>. Actualmente la superficie de la ciudad de Irapuato (zona urbana) oscila alrededor de los 68.4 km<sup>2</sup>, representando el 7.9% de la extensión total del mismo.

Representa el segundo municipio más poblado del Estado de Guanajuato con 529,440 habitantes, de los cuales más del 70% vive en la zona urbana (INEGI, 2010).

Actualmente su dinamismo económico lo ha convertido en el principal punto estatal de atracción de inversiones, dejando de lado la brecha económica por la

que pasaba. Su posición céntrica y bien comunicada lo ha convertido en los últimos años en el principal nodo de comunicaciones del Estado y uno de los centros logísticos y de transportes del suroeste.

Irapuato conforma junto con Salamanca desde el 19 de mayo de 2011 el Área Metropolitana de Irapuato - Salamanca siendo el principal nodo de esta conurbación. Además, conforma junto a los municipios de Celaya, Cortázar, Villagrán, Salamanca, Silao, León, la aglomeración urbana de los municipios guanajuatenses del corredor industrial del Bajío.

Es la cabecera administrativa de la región III Centro además de formar parte de la subregión 6 juntamente con el municipio de Salamanca es también sede de la Región Militar y de la Diócesis de Irapuato.

Desde la época de la Colonia, Irapuato ha sido reconocido por ser un centro agrícola y desde los años cincuenta empezó el crecimiento industrial, en el que hoy en día destaca.

Es internacionalmente conocido por la gran variedad de industrias hortícolas en donde se destaca la producción de vegetales y de frutos, tales como la fresa, la cual es producto de calidad exportación y ampliamente distribuida en el mundo, de donde adquiere su renombre. A nivel nacional ocupa un lugar predominante como productor de fresa y espárrago. Se cultiva también alfalfa, jitomate, chícharo, pepino, avena, brócoli, cebada, cebolla, maíz, sorgo y trigo, lo que da una clara idea de la riqueza de sus tierras y la bondad de su clima<sup>3</sup>.

La actividad industrial del municipio incluye la fabricación de textiles, procesamiento de alimentos, tratamiento de sustancias químicas y fabricación de muebles. Recientemente con el arribo de la industria automotriz y la creación de nuevos parques industriales, Irapuato retoma su crecimiento. Irapuato es uno de los polos más importantes de intercambio comercial de diversos productos en el centro del país. Por su territorio transitan mercancías que van del centro-sur y océano pacífico al Norte del país y al golfo y viceversa. Reviste particular

---

<sup>3</sup> <http://www.explorandomexico.com.mx/city/24/Irapuato/about/>: revisado el 05/02/2019 19:17 h.

importancia el Parque Tecnoindustrial Castro del Rio, la Ciudad Industrial de Irapuato, la matriz del parque industrial Apolo que cuenta con 2 campus (Acámbaro y Silao), el Centro Industrial Guanajuato (CIG) y el Parque Industrial VIP (Venado Industrial Park) que es el de más reciente creación. Entre las principales industrias instaladas se puede mencionar las industrias automotrices Ford, Fuji Company, SRG Global, Aceros Guanajuato, ShaefflerAutomotive, industrias de productos de limpieza como Procter&Gamble, de componentes aerospaciales como Text AerospaceComponents, agroindustria como Nestlé-Purina, Grupo Lala, Italtasta, Danone, Grupo La Moderna, Gilbert Food, Grupo Bimbo y del sector textil Nike, Lotto, Reebok, Guess y Ferrioni.

La actividad turística está orientada hacia convenciones y congresos agrónomos e industriales.

Tomando en cuenta el límite geoestadístico del INEGI (2010), el municipio de Irapuato está situada al norte a los 101°08'30" de longitud oeste y a los 20°50'48" latitud norte, al sur a los 101°28'38" de longitud oeste y a los 20°35'42" y al poniente a los 101°32'28" de longitud oeste y a los 20°53'52". Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 1,730 msnm.

La ciudad de Irapuato es un centro radial con vías carreteras que lo comunican con las principales ciudades del estado y la Republica. Pasa por la ciudad la carretera México-Ciudad Juárez; tiene comunicación a Guadalajara por la vía La Piedad y a Morelia, Michoacán vía Salamanca-Valle de Santiago, así como a la ciudad de Guanajuato, de la que dista tan solo 46 km. En La cabecera municipal se localiza una importante estación ferroviaria que comunica con México, Guadalajara y Ciudad Juárez (IMP, 2014).

### **2.3. Ámbito regional**

Conforme a la regionalización establecida para el Sistema de Planeación del Desarrollo del Estado de Guanajuato, los 46 municipios están agrupados por sus características geoeconómicas en 4 regiones: Noreste, Noroeste, Centro y Sur y

10 subregiones. El municipio de Irapuato queda comprendido en la Región Centro y Subregión 6, juntamente con Salamanca.

A nivel regional, el Municipio se encuentra inmerso en una relación funcional con los municipios del centro del Estado, en la zona conocida como “corredor industrial”, consolidando su dependencia de manera regional con León conforme al sistema de ciudades. Así mismo existe una integración con los municipios de Salamanca y Pénjamo de manera muy directa por los flujos generados por las carreteras federales 45 y 90-110.

## **2.4. Ámbito municipal**

### **2.4.1. Hidrología**

Conforme al IMP, el municipio de Irapuato pertenece a las subcuencas de los Ríos Guanajuato, Temascalío y Turbio-Corrалеjo; dentro de las corrientes hidrológicas importantes están los Ríos Guanajuato y Silao que cruzan de norte a sur, el Río Silao por el poniente del centro de la población y el Guanajuato por la parte oriente; al oriente del municipio se localiza el Río Temascalío que configura en parte de su trayecto, el lindero municipal de Salamanca.

El Río Guanajuato atraviesa el Municipio de norte a sur, justamente por el centro. Su recorrido inicia por el poniente de la carretera León-Querétaro y atraviesa el Parque Industrial Castro del Río, después de su recorrido por el centro del Municipio, continúa hacia el sur entre los cultivos de riego y las empresas Frigoríficos del Bajío y el rastro municipal hasta salir hacia el municipio Pueblo Nuevo, 4 km al oriente del Cerro El Venado, punto donde se une al Río Lerma.

En el caso del Río Silao, este proviene del municipio del mismo nombre, al norponiente del municipio de Irapuato hasta llegar a la comunidad El Conejo, El Río Silao encuentra su fin dentro del municipio ya que la unidad de escurrimiento que lo contiene es de tipo arreico, esto es no desemboca ni en lago ni en mar. El Río Temascalío se origina en la Sierra de Guanajuato, al nororiente del Municipio.

El centro de la población es altamente vulnerable a las inundaciones por la escasa pendiente del terreno natural, por las obras construidas y las de mantenimiento, se considera que el riesgo de inundación es bajo. A pesar de la infraestructura construida, las zonas colindantes a los ríos deberán de procurar que las rasantes de desplante de los desarrollos deberán ser por arriba del nivel de avenidas máximo-extraordinarias. Se requiere de un estudio detallado para estimar las distancias de las colindancias.

#### **2.4.1.1. Hidrología Superficial**

Con respecto al IMP, Irapuato se encuentra incluido dentro de la región hidrológica número 12 “Lerma-Chapala-Santiago” que tiene una extensión territorial de 132,916 km<sup>2</sup>. La región hidrológica número 12 está dividida en seis cuencas. Irapuato pertenece a la cuenca “B” río Lerma Salamanca, la cual drena a una superficie de 10’391,665 km<sup>2</sup>. La cuenca 12 “B”, tiene su origen en la presa Solís, por lo que el municipio de Irapuato está beneficiado por varios canales de riego. Entre otras presas de influencia del municipio se pueden mencionar la presa “La Purísima” y tres presas para el control de ríos: La Gavia, Chichimequillas y el Conejo II.

Al noroeste del municipio se localiza la presa del Conejo II, cuyo fin primordial es de regular las aguas del sistema hidrológico de la zona norte, principalmente las aguas de las presas de La Gavia y de La Llave y del Río Silao. La ruptura de una de las paredes de la presa el 18 de agosto de 1973 provoco la inundación de la Ciudad de Irapuato. En el 2009 se ha realizado una fuerte inversión para rehabilitarla.

En la cuenca del Río Temascatío se construyó la presa la Ortega, lo que permite tener un control de las avenidas, además de ser una alternativa futura para el abastecimiento de agua para la ciudad. La presa del Ave María controla las avenidas del arroyo Santa Rita. La presa de la Purísima, aunque se localiza en el municipio de Guanajuato, el mayor porcentaje de la superficie de riego está en el municipio de Irapuato.

Los distritos de riego son mecanismos de administración y control muy importantes para la agricultura en el Municipio. El distrito de riego 011 Alto Rio Lerma, posee un área de control de 112,772 hectáreas. Cuenta con alrededor de 24,000 usuarios, 72% clasificados como ejidatarios y el 28% como pequeños propietarios.

#### **2.4.1.2. Hidrología Subterránea**

Acorde al IMP, el problema del agua en el estado de Guanajuato, acumulado en muchos años por el mal uso del recurso, es reconocido entre los más importantes de la región; arroja un déficit en el balance estatal hidráulico de aguas subterráneas; Irapuato no escapa del grave abatimiento que están sufriendo sus recursos acuíferos.

Considerando que aproximadamente nueve de cada diez litros del agua extraída se destinan para riego agrícola, de no aplicar en los próximos años medidas correctivas importantes de manera inmediata, el déficit se incrementará, impactado además por la creciente demanda urbana, provocando probablemente que se reduzca la superficie actual de riego ya que la explotación excesiva de los acuíferos obligará a convertir esas superficies en zonas de temporal.

Del agua destinada a la agricultura, solamente un porcentaje mínimo llega a su destino, el resto se pierde por evaporación, filtraciones o fugas, problema derivado de los sistemas utilizados para su transportación como el agua rodada, además de la ineficiencia en el manejo de los pozos.

El aumento del número de pozos en los últimos años ha generado un elevado volumen de extracción, derivando en la sobre explotación de los mantos acuíferos. Se estima que gracias al sistema de presas el caudal se ha mantenido estable, aún y cuando escasea como en los últimos años. La sobreexplotación de los mantos freáticos ha obligado al establecimiento de una veda completa que no permite el incremento de la explotación de acuíferos en el Estado de Guanajuato desde 1983 (CEAG, 2000).

La profundidad del nivel estático, entendido éste como la distancia entre la superficie del terreno y la superficie del agua en el pozo (o “espejo” de agua en el pozo), de los acuíferos del estado de Guanajuato medida en el año de 1998, se encontraba: en la porción centro – oeste, que abarca los acuíferos de Río Turbio, Silao – Romita, Valle de León, La Muralla e Irapuato – Valle, dentro de un rango de 27 a 185 metros de profundidad.

El no evitar la sobreexplotación de la perforación y el acuífero, al sobredimensionar el caudal de bombeo o debido a la ausencia de un régimen de bombeo que contemple la recuperación diaria del nivel estático, provoca una elevación del mismo, identificada en lo que se conoce como “cono de abatimiento”. Los acuíferos en el Estado en que se han generado conos de abatimiento por efectos del bombeo son:

- Silao – Romita. Se han formado dos conos, uno al norte de Silao y otro al sur en el valle.
- Irapuato – Valle. Se han formado dos conos, uno en la ciudad de Irapuato y otro en la ciudad de Salamanca.

#### **2.4.2. Orografía**

De acuerdo con el IMP, la Ciudad de Irapuato está asentada en su mayor parte en terrenos planos, cuya pendiente promedio es de 1 al millar, dentro de esta área se presentan dos formas de relieve:

- 1) Región Plana.- Con una altura desde 1,716.614 a 1,724.452 msnm y comprende el 85 % del área total, con una pendiente promedio del 1 al millar.
- 2) Terrenos Accidentados.- Abarca aproximadamente el 15 % de la superficie del área de estudio, ubicados en la periferia de la zona compuesta por lomas y cerros entre los cuales están el Cerro de Arandas, Bernalejo, Blanco y Loma Pelada.

### 2.4.3. Clima

El clima es un componente fundamental de los ecosistemas ya que condiciona las actividades productivas que pueden practicarse en los espacios territoriales en donde se manifiesta. Asimismo, existe una interacción entre vegetación y clima, debido a que la pérdida de la cubierta vegetal modifica las condiciones climáticas de temperatura y disponibilidad de agua (patrón de lluvias).

#### 2.4.3.1. Tipo de clima

El clima en el Municipio es semicálido y subhúmedo, con una temperatura media anual de 19.7°C debido a la altura sobre el nivel del mar, del territorio cuenta con un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y de humedad menor. Sólo en una porción al poniente del Municipio se identifica un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y dentro de lo cual, se determinan las cuatro estaciones del año. No obstante, el clima templado de la mayor parte del municipio, en las cumbres altas se presenta clima semifríos subhúmedos.

**Cuadro 1. Datos climáticos de las estaciones meteorológicas del municipio de Irapuato.**

Máxima extrema	39.6° C
promedio máximo anual	<b>29.1° C</b>
promedio mínimo anual	<b>13.0° C</b>
media anual	<b>21.0° C</b>
oscilación	<b>16.1° C</b>

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Normales Climatológicas 1971-2000, Estación Irapuato, Irapuato, GTO.

Los vientos son templados con pequeñas variaciones durante el año, soplan generalmente del noroeste al sureste, con velocidades variables que pueden ir de los 5 Km hasta los 70 Km por hora, en caso extremo.

### **2.4.3.2. Precipitación pluvial**

El total del Municipio está comprendido dentro del rango de precipitación entre 700 y 800 mm. La precipitación pluvial media anual es de 716 mm. La época de lluvias se presenta en verano con un asoleamiento promedio de 177 días despejados y 75 nublados. El microclima de la región lo hace potencialmente productivo y propicio para una gran variedad de cultivos. Julio es el mes en el que Irapuato presenta en promedio la precipitación pluvial más alta, mientras que en los meses de febrero y marzo la precipitación pluvial promedio es la más baja de todo el año.

### **2.4.3.3. Frecuencia de granizadas.**

Las zonas poniente y sur del Municipio tienen un rango de 0 a 1 día de granizadas, al oriente existe una zona con un rango de 2 a 3 días de granizadas y el resto del territorio está dentro de un rango 1 a 2 días de granizadas. El centro de Irapuato puede llegar a presentar hasta un intervalo de 4.6 días de granizadas en el mes de julio.

### **2.4.3.4. Frecuencia de heladas**

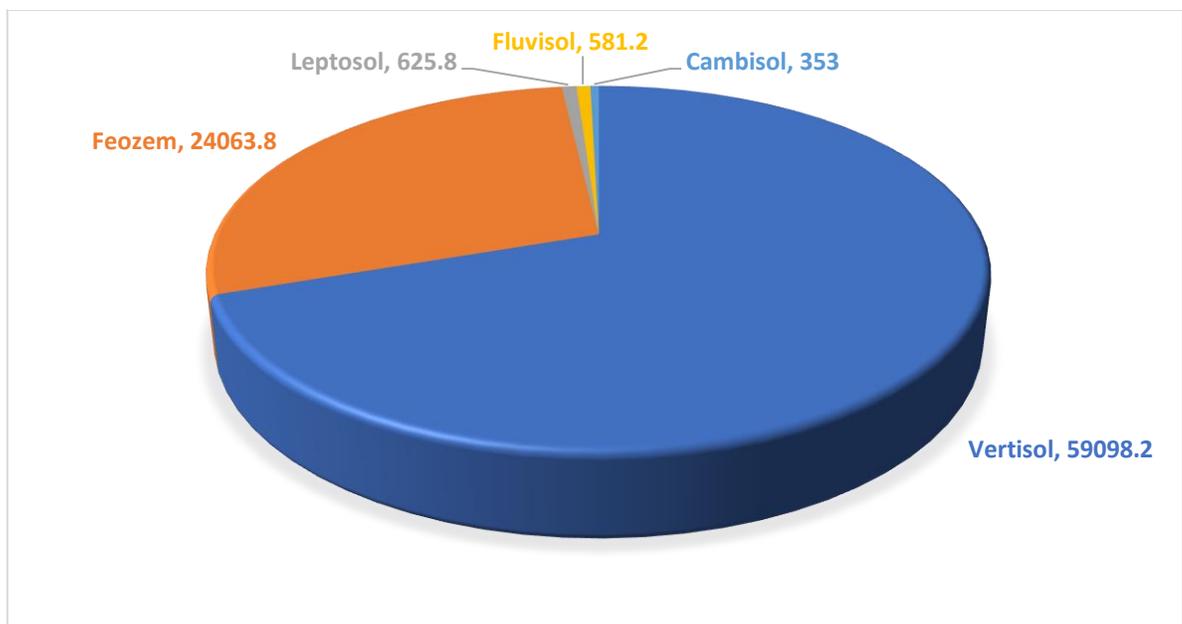
Las heladas son un fenómeno meteorológico capaz de afectar a las unidades de producción agropecuaria y a los asentamientos humanos, urbanos y rurales. Tradicionalmente han tenido más impacto en los cultivos que en las personas. Sin embargo, mientras que la agricultura se ha tecnificado lo suficiente para que los cultivos de mayor valor no sean afectados, el crecimiento de las localidades en el municipio, que transita hacia una sociedad más urbana, ha generado un aumento importante en el número de habitantes que no cuentan con los medios para enfrentar el fenómeno, por lo que se hace necesario llevar a cabo acciones de reubicación de quienes habitan las áreas de mayor riesgo.

Las zonas norponiente, nororiental y sur-poniente del territorio municipal registran un rango de 10 a 20 días de heladas, mientras que el resto del territorio municipal tiene un rango de heladas de menos de 10 días al año.

#### 2.4.4. Edafología

En base al IMP, el resultado de la conjunción de los factores tales como el material geológico, clima, vegetación y relieve, el municipio en la planicie del valle, cuenta con suelos de tipo vertisol pélico, que se caracterizan por ser suelos profundos, de color negro, textura arcillosa, y una alta capacidad de producción agrícola. Hacia las zonas cerriles predominan los feozems que cubren predominantemente la parte montañosa, al norte del Municipio (Cuenca Alta del Río Temascalí) tanto lúvicos como háplicos. Les siguen los leptosoles, cambisoles y fluvisoles en menor medida.

**Figura 1. Ocupación de suelos en el municipio de Irapuato.**



Fuente: INEGI, 2010.

#### 2.4.5. Uso de suelo y vegetación

Se determinaron 28 categorías de cobertura vegetal y actividad actual para el municipio.

**Cuadro 2. Tipos de cobertura vegetal y actividad actual.**

<b>Formación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje municipal (%)</b>
<b>Bosque</b>	Bosque de encino	255.6	0.30
	Bosque de encino con vegetación secundaria	537.2	0.63
<b>Zona de transición</b>	Zona mixta de pastizal natural y bosque de encino	516.4	0.61
<b>Pastizal natural</b>	Pastizal natural (incluye huizachal)	4,398.9	5.17
<b>Selva</b>	Selva baja caducifolia	4990.1	0.59
	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	1,386.4	1.63
<b>Matorral</b>	Matorral xerófilo	2,474.3	3.32
	Matorral xerófilo con vegetación secundaria	2,831.1	3.22
<b>Vegetación riparia</b>	Vegetación riparia	156.5	0.18
<b>Otras coberturas de vegetación</b>	Vegetación secundaria e introducida	2,730.2	3.21
	Pastizal inducido	5,832.4	6.85
	Frutales	84.6	0.10
<b>Agricultura</b>	Agricultura de riego	31,885.5	37.44

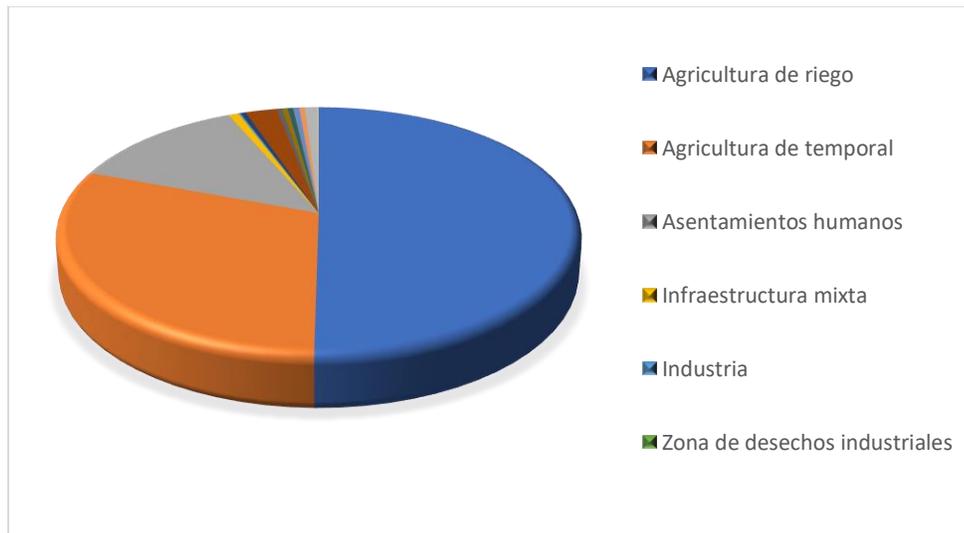
	Agricultura de temporal	19,313.5	22.68
<b>Área urbanizada</b>	Asentamientos humanos	8,145.4	9.56
	Infraestructura mixta	473.5	0.53
	Industria	82.2	0.10
	Zona de desechos industriales	6.0	0.01
	Vialidad pavimentada	2495.2	0.29
<b>Otras coberturas</b>	Terracería	1429.7	1.68
	Sitio de extracción de materiales pétreos	246.2	0.29
	Zona sin vegetación aparente	257.9	0.30
	Zona erosionada	125.7	0.15
	Barrancas con vegetación secundaria	108.1	0.13
	Zona inundable	273.0	0.32
	Cuerpos de agua (ríos, bordos y presas)	268.1	0.31
	Canal	602.1	0.71
	Cuerpos de agua de origen industrial y mixto	15.2	0.02
<b>Total</b>		<b>85,165.5</b>	<b>100.00</b>

Fuente: IMP, 2014.

El municipio de Irapuato tiene una cobertura predominantemente agrícola, representada por áreas de riego que ocupan una pequeña porción en la parte

norte y toda el área baja al sur del Municipio, con excepción de las zonas con asentamientos humanos, actividades industriales, infraestructura mixta y vialidades. En las zonas cerriles de menor altitud existe un mosaico de usos. En las áreas de más fácil acceso que se encuentran en las cercanías de 69 asentamientos humanos representadas principalmente por lomeríos y faldas de montaña, el uso predominante es la agricultura de temporal y los pastizales inducidos, combinados con áreas de matorral xerófilo con diferentes grados de perturbación. Probablemente las zonas de matorral se han mantenido en suelos pedregosos y poco profundos de escasa productividad por lo que las actividades agropecuarias no se han desarrollado en esas zonas. En áreas de mayor altitud y topografía más accidentada, principalmente en cañadas, se pueden ubicar zonas de selva baja caducifolia. Hacia el norte el paisaje se vuelve más árido y se pueden observar grandes extensiones de pastizales naturales. Finalmente, al extremo nororiente del Municipio empiezan a aparecer algunos encinos que conforme aumenta la altitud se vuelven más numerosos formando algunas áreas importantes de bosque de encino.

**Figura 2. Ocupación Territorial**



Fuente: Instituto Municipal de Planeación, 2014

## **2.4.6. Agricultura**

De acuerdo con el IMP, las actividades agrícolas ocupan el 60.1% de la superficie del Municipio. Se dividieron en tres categorías: agricultura de riego, agricultura de temporal y pastizal inducido. La agricultura de riego es la práctica agrícola predominante en el municipio, seguida por las zonas de temporal.

La agricultura es una de las actividades productivas de mayor importancia en el Municipio, lo que se refleja en la superficie ocupada por actividades agropecuarias. Existe una gran variedad de cultivos, siendo el sorgo el cultivo más importante en las zonas de riego y el maíz en las zonas de temporal.

La agricultura de riego se caracteriza por la disponibilidad de agua durante gran parte del año mediante algún sistema de abastecimiento de agua. Este tipo de agricultura ocupa casi el 38% total del territorio, lo que corresponde a más de 31,000 ha. La agricultura de riego se localiza en las zonas bajas del Municipio, de baja pendiente y con disponibilidad de agua, y se da a través de agua de pozo o distribución por canales. El cultivo principal es el sorgo debido al poco trabajo que requiere y la presencia de importantes consorcios de grano que compran prácticamente toda la producción local. Otros cultivos importantes son las hortalizas que se dan en invernaderos y en la actualidad existen también en los distritos de riego algunos viveros de plantas de ornato y flores.

### ***2.4.6.1. Agricultura de temporal***

Según el IMP, la agricultura de temporal se caracteriza por no contar con un sistema de abastecimiento de agua y los cultivos dependen de la precipitación pluvial. Ocupa más de 19,000 ha que representan el 22.7 % de la superficie total del municipio. Los cultivos más importantes son el maíz y el frijol. Esta actividad es prácticamente de autoconsumo y es la fuente de alimentación de la mayor parte de las comunidades del norte del Municipio, zona en la que se concentra la mayor proporción de las áreas de temporal. En algunas ocasiones cuando la producción tiene excedentes éstos se venden o cambian por otros productos.

*Pastizales inducidos.* Estas zonas son en su mayoría producto del abandono de parcelas agrícolas, las cuales son básicamente de temporal, aunque se encuentren también en zonas de riego. Se utilizan esencialmente para el pastoreo de ganado caprino. Estas zonas permanecen algunos años como zonas de pastizales para el pastoreo de ganado y otras son ocupadas por agricultura de temporal.

#### **2.4.7. Asentamientos humanos, infraestructura mixta y zonas industriales.**

En el Municipio las zonas de asentamientos humanos, infraestructura mixta e industrias ocupan una superficie considerable, sobrepasando las 8,141ha, de las cuales los asentamientos humanos ocupan la mayor superficie (IMP, 2014).

##### **2.4.7.1. Asentamientos humanos.**

Esta categoría está representada por la mancha urbana de la ciudad de Irapuato y los poblados rurales, excluyendo zonas de infraestructura mixta. Tiene una superficie de 8,151 ha que representan el 9.6 % de la superficie total municipal. La ciudad de Irapuato ocupa prácticamente el 50% de esta categoría de uso de suelo, superando las 4,206 ha, mientras que las otras poco más de 3,938 ha, están distribuidas en los poblados semiurbanos y rurales que se ubican principalmente en las zonas agrícolas de la zona centro y sur del municipio. En la zona norte los poblados se encuentran más dispersos y son de menor tamaño, principalmente por la falta de alternativas productivas y empleo, lo que ha generado una importante migración de la zona y por consiguiente un menor desarrollo de los poblados (IMP, 2014).

##### **2.4.7.2. Infraestructura mixta.**

Está representada por bodegas, parques, deportivos, escuelas, infraestructura agrícola, etc., y representa un poco más del 0.5% de la superficie del Municipio.

Se encuentra distribuida al interior de la ciudad de Irapuato, en los principales ejes viales que comunican a la ciudad con Salamanca, Abasolo y Guanajuato e inmersa en las zonas agrícolas.

### **2.4.7.3. Zonas industriales.**

Actualmente más de 192.46 ha están ocupadas por zonas industriales y sus desechos. Las principales industrias son GRETAG, Danone, Shafler y LALA, sin embargo en el municipio existen múltiples industrias de menor tamaño, principalmente dedicadas al procesamiento de granos y hortalizas.

### **2.4.8. Areas naturales protegidas**

En el municipio de Irapuato se localiza el Área Natural Protegida (ANP) denominada “Cerro de Arandas”. Mediante el Decreto Gubernativo (DGE, 2005). Esta zona fue declarada Área Natural Protegida en la categoría de Uso Sustentable (DGE, 2012).

**Figura 3. Ubicación geográfica de la ANP Cerro de Arandas en Irapuato.**



Fuente: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-prottegidas/1/Cerro-de-Arandas>

El resumen del Programa de Manejo del ANP (Periódico Oficial del Gobierno del Estado, 2007), clasificando el polígono en la categoría de Área de uso Sustentable, considerando que las actividades que se realizan en esta ANP son preferentemente para autoconsumo, siendo la agricultura de temporal con cultivos de sorgo, maíz, maíz asociado con frijol, calabaza y en pequeña proporción garbanzo y el pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino los usos que ocupan prácticamente la totalidad del área.

De acuerdo con el uso actual del suelo, su uso potencial, los recursos naturales asociados, el estado general de conservación de los ecosistemas, así como su capacidad productiva y el tipo de degradación que presentan, el ANP se ha dividido para su manejo en cuatro tipos de zonas; zona de protección, zona de aprovechamiento sustentable, zona de uso público y zona de restauración.

## **2.5. Problemática ambiental**

En esta sección se describe a grandes rasgos algunas de las medidas y resultados que ha logrado la Secretaria de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato en la ciudad de Irapuato en base a los parámetros que indican los niveles de contaminación que son tolerables para la salud de la población, que mediante programas como el hoy no circula, la verificación y regulación del parque vehicular, contribuyen de manera directa a la disminución de gases de efecto invernadero.

### **2.5.1. Contaminación del aire**

En el municipio el mayor contaminante emitido fue el monóxido de carbono (CO) con un porcentaje del 74.89%, es decir 228 mil 296.93 ton/año respecto al total municipal, seguido de los compuestos orgánicos totales (COT) con el 8.41% (25 mil 628.07), compuestos orgánicos volátiles (COV) con el 8.02% (24 mil 447.96 ton/año). Le siguen los óxidos de nitrógeno (NOx) con el 4.59%. Las partículas moleculares menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) obtuvieron un porcentaje del 2.52% (7

mil 677.15 ton/año), mientras que el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), las partículas menores a 2.5 micras ( $\text{PM}_{2.5}$ ) y el bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) obtuvieron porcentajes menores al 1%.

### **2.5.2. Calidad del aire**

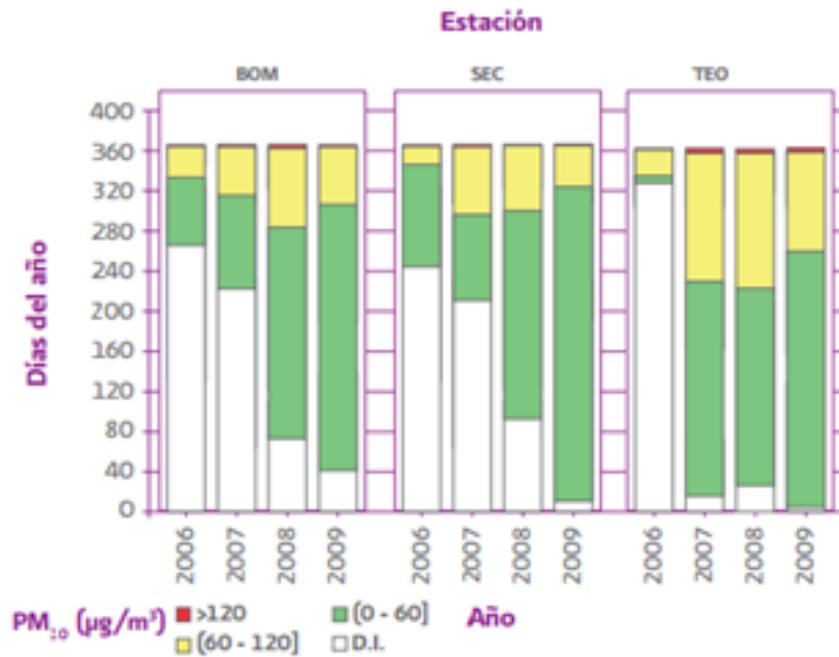
Debido al incremento de las actividades secundarias (principalmente de transformación) el municipio de Irapuato presenta serios problemas en cuanto a la contaminación del aire. Es por esta razón que el 4 de noviembre de 1999 fue creado el Patronato para el Monitoreo de la Calidad del Aire de Irapuato, A.C. Sin embargo solamente fue hasta el año 2000 que se puso en operación la primera estación de monitoreo automático en el municipio, con apoyo económico de Gobierno del Estado y aportación de algunos socios. Hasta la fecha los logros alcanzados son el establecimiento de la red local (tres estaciones de monitoreo), y operación, manejo y control de la red local, difusión diaria de la información (INECC 2013).

Con base en el documento sobre la calidad del aire en México del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) a continuación se hace la siguiente descripción:

#### *Partículas moleculares menores o iguales a 10 micras $\text{PM}_{10}$*

El problema de las altas concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  se manifiesta con mayor intensidad en la estación Teódula (TEO) comparado con Bomberos (BOM) y Secundaria (SEC). En esta estación se registra una mayor cantidad de días en color rojo (> 120 ppm) y amarillo (60-120 ppm; Figura 4). En las tres estaciones se observa, por otra parte, una ligera disminución del número de días en color amarillo (60-120 ppm) para el último año respecto a los anteriores (IMP, 2014).

**Figura 4. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala PM<sub>10</sub> (promedios de 24 h).**

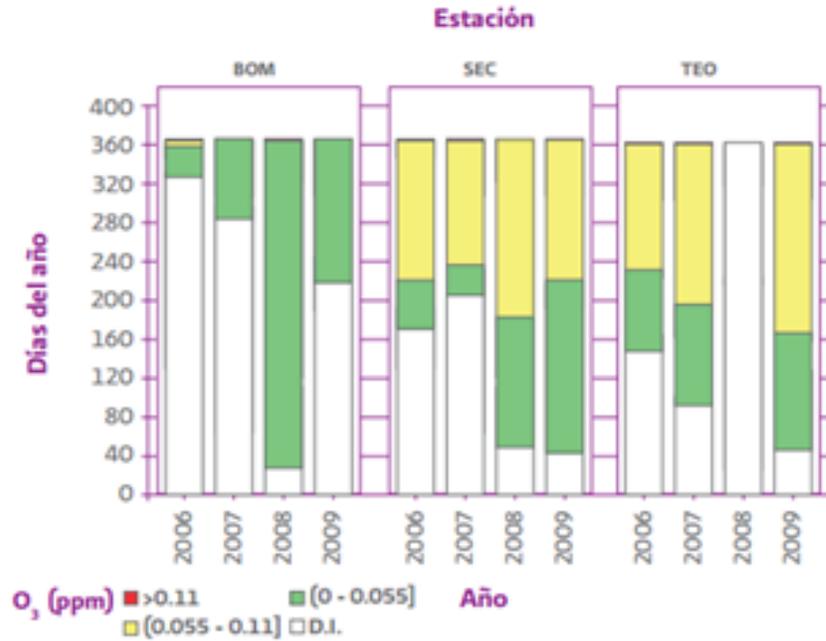


Fuente: INECC, 2013

### Ozono O<sub>3</sub>

Si bien aún son pocos los días en los que se tiene una mala calidad del aire (>0.11 ppm), hay una cantidad significativa de días en color amarillo (0.055-0.11 ppm), especialmente en las estaciones Secundaria (SEC) y Teódula (TEO). En la estación Bomberos (BOM) prácticamente todos los días con información disponible muestran una buena calidad del aire (Figura 5) (IMP, 2014).

**Figura 5. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala O<sub>3</sub> (máximos diarios).**

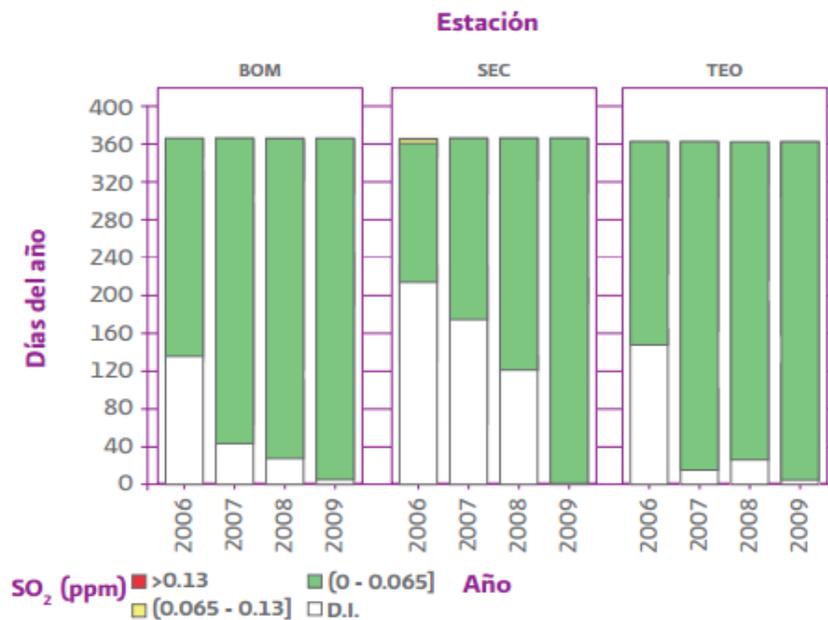


Fuente: INECC, 2013

### *Dióxido de Azufre*

En la Figura 6 se revela que el SO<sub>2</sub> no representa un problema para la calidad del aire, pues prácticamente todos los días con información disponible caen en el color verde (0-0.065 ppm). También destaca la manera tan significativa en la que ha ido disminuyendo, a lo largo del tiempo, la cantidad de días con datos insuficientes (IMP, 2014).

**Figura 6. Distribución de los días con calidad del aire buena regular y mala SO<sub>2</sub> (promedios de 24 h).**

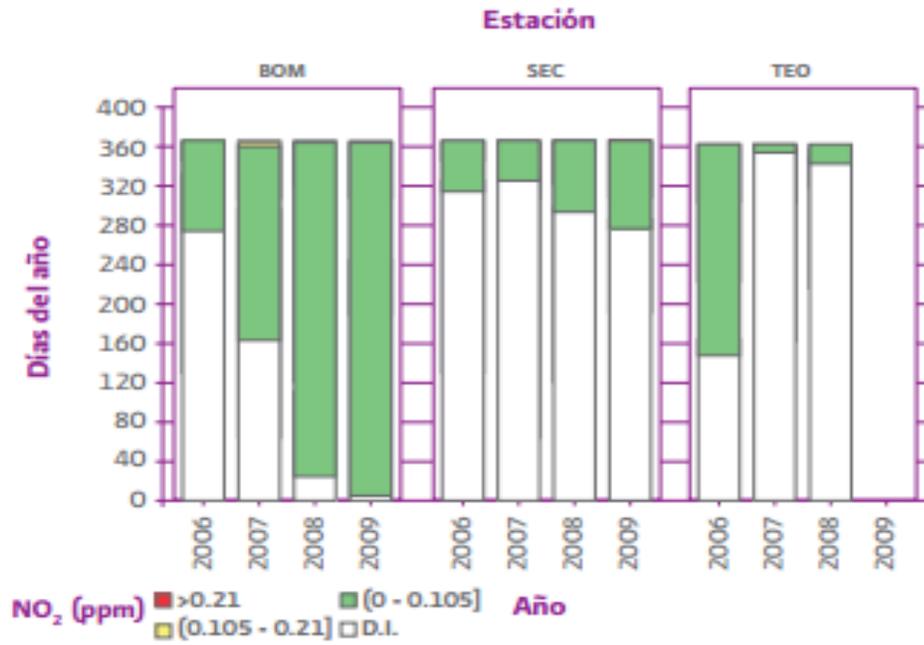


Fuente: INECC, 2013

### *Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)*

En todas las estaciones de monitoreo se observa un comportamiento diferente a lo largo del tiempo. Sin embargo, el denominador común en ellas es que las concentraciones de NO<sub>2</sub> son permanentemente inferiores al valor de la norma (NOM-022-SSAI-1993). En consecuencia, también al nivel de toda la ciudad se cumple con esta norma en todo el periodo analizado. Sin embargo, destaca la carencia de datos que permitan generar el indicador para una cantidad significativa de días en todos los años, especialmente en las estaciones Secundaria (SEC) y Teódula (TEO). A pesar de ello, se puede rescatar que en general la ciudad de Irapuato no tiene problemas con la calidad del aire con respecto al NO<sub>2</sub>, ya que la mayoría de los días para los que se puede generar el indicador se ubican en el color verde (0-0.105 ppm; Figura 7) (IMP, 2014).

Figura 7. . Distribución de los días con calidad del aire buena regular y mala NO<sub>2</sub> (promedios de 24 h).



Fuente: INECC, 2013

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

El propósito de este apartado es algunos resultados realizados por varios investigadores enfocados a la valoración económica de los servicios o recursos naturales.

Azdulbaki, et al. (2008) estimaron el comportamiento y las preferencias reveladas de las personas ante una mejora en la calidad del agua en el Suroeste de Turquía. Las variables empleadas en el modelo muestran que los ingresos, el nivel educativo, la percepción en la calidad del agua y las condiciones de vida del hogar, son estadísticamente significativas en los resultados de su modelo.

Osnaya (2002) Hace un análisis del programa PROAIRE de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), donde se establecen las medidas de control para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de los contaminantes locales del aire. Esto con la finalidad de reducir los niveles de concentración de gases de efecto invernadero y de mejorar la salud de la población.

Se encontró que la instrumentación de las cinco medidas de control puede reducir la exposición anual de partículas en un 1% ( $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y de ozono máximo diario en un 3% ( $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), reduciendo además las emisiones de gases de efecto invernadero en un 2% (más de 300,000 toneladas de carbono equivalente por año) para el periodo 2003-2020. Se estimó para ese periodo de tiempo, es posible salvar casi 700 casos de bronquitis crónica y de otras enfermedades derivadas de la contaminación del aire, lo que se ve reflejado con un beneficio monetario en salud pública del orden de US\$ 200 millones por año.

Sanjurjo, et al. (2007) Concluyen que las actividades recreativas informales, derivadas de los flujos de agua del río Colorado, arrojan beneficios económicos. Para comprobarlo, ellos emplearon el método de valoración contingente (MVC), donde aplicaron cien encuestas a los visitantes, principalmente de San Luis Río

Colorado; una vez capturada la información, realizaron un análisis econométrico de un solo límite a la pregunta referéndum de disponibilidad a pagar (DAP). Emplearon regresiones utilizando los modelos Logit y Probit, para obtener estimadores diferentes de tendencia central de la DAP. El modelo estimado de ganancias generadas por dichas actividades está entre 1.9 y 6 millones de pesos al año.

Karimzadegan, et al. (2008), llegaron a la conclusión de que la contaminación atmosférica afecta la salud humana en la ciudad de Tehran, Iran; donde se ha incrementado el número de personas que ingresan a los hospitales por enfermedades como dolor de cabeza, tos, irritación de ojos, náusea, y en los casos más graves ha causado la muerte en los individuos más vulnerables.

En el transcurso de su investigación, estos autores emplearon el método de valoración contingente, donde estimaron los costos en daños a la salud por el incremento por unidad de los siguientes agentes contaminantes: 16,224 US\$ por cada aumento de unidad de PM10, 28816 US\$ por cada aumento de unidad de CO2, 1,927 US\$ por cada aumento de unidad de NO2 y 7,739 US\$ por cada aumento de unidad de SO2.

Burtraw, et al. (2001), mencionan que elaboraron acciones para disminuir la acumulación de gases de efecto invernadero, por medio de la disminución del uso de combustibles fósiles, que es el principal origen de la contaminación del aire en los Estados Unidos. Mencionan que entre los principales contaminantes que perjudican a la salud humana son los óxidos de nitrógeno (NOx) y el bióxido de carbono (CO2). Establecen que con un impuesto de 25 dólares por tonelada métrica en la emisión de carbón reduciría los gastos por enfermedad aproximadamente en 8.00 dólares al año.

Wang, Yand Zhang, Y.-S (2008), mencionan que, en China, 76% de toda la energía procede de consumo de carbón, que es la principal causa de la contaminación del aire. Una de las principales barreras para el desarrollo de políticas adecuadas para el control de la contaminación del aire es la falta de

información relacionada con el valor de las consecuencias para la salud de la contaminación del aire. Estos autores estimaron la disposición a pagar (DAP), empleando el método de valoración contingente (MVC) en Chongqing, China, para estimar el valor económico de salvar una vida estadística a través de la mejorar la calidad del aire.

Una muestra de 500 residentes fue elegida utilizando métodos de muestreo de etapas múltiples. Realizaron una entrevista de hogar cara a cara, ésta la llevaron a cabo mediante una serie de escenarios hipotéticos y abiertos seguidos por preguntas del juego de licitación diseñadas para obtener la DAP de los encuestados para una reducción en los niveles de contaminación atmosférica.

Los resultados muestran que el 96% de los encuestados fueron capaces de expresar su disposición a pagar. Su ingreso anual promedio es de 3,057 yuanes. Su disposición a pagar para salvar una vida es 34.458 yuanes. Incrementos marginales para salvar una vida es de 240 yuanes con aumento de la edad de 1 año, 14.434 yuanes con aumento de 100 yuanes en el ingreso mensual, y 1590 yuanes con aumento de 1 año en la escolaridad.

Wang, Yand Zhang, Y.-S (2008), realizaron un estudio de valoración ambiental donde concluyen que, junto a la urbanización y el deterioro del medio ambiente en China, el deseo de muchos residentes para mejorar el aire de calidad ha aumentado. Esta investigación se centra en la relación entre aire de baja calidad y la disponibilidad de los residentes a pagar por la mejorar la calidad del medio ambiente en la ciudad de Jinan. Como una forma de cuantificar la disponibilidad de un individuo a pagar (DAP) por una mejor calidad de aire, ellos emplearon el método de valoración contingente (MVC), el cual fue aplicado a una muestra de 1500 residentes, calculado a través del método de muestreo estratificado. La DAP de los encuestados la obtuvieron por medio de una serie de entrevistas cara a cara. Los resultados de estos autores muestran que el 59,7% de los encuestados fueron capaces de expresar una positiva disposición a pagar, y que la DAP promedio fue de 100 Yuan chino (CNY) por persona, por año. Con el fin

de establecer la relación entre las variables endógenas y de su disposición, construyeron un modelo probit dando como resultado una DAP positiva. La mayoría de los parámetros en el análisis econométrico mostraron los resultados esperados. Encontraron que el ingreso anual de los hogares, el gasto en el tratamiento de enfermedades respiratorias y de los trabajadores en el ámbito familiar influyó significativamente en la DAP. Las tasas de la DAP positiva y la cantidad monetaria también fueron mayores para hombres que para mujeres. Los encuestados consideran que una mejora en la calidad de aire es una responsabilidad del gobierno en la que más del 40% de los encuestados no tenían incentivos para asumir los costos de tratar de lograr una mejor calidad del aire, lo que indica una conciencia ambiental relativamente baja.

Seip, K, et al. (1992), buscaron estimar la Disponibilidad a Pagar (DAP) de un bien público, entre una muestra tomada al azar de noruegos, para socios de la asociación de ecologista más grande en Noruega, Norges Naturvernforbund (NNV). En su estudio incluyen tres etapas: (1) un estudio de valoración contingente, probando MVC hipotético; (2) aquellos cuya declaración de la DAP están en o encima de la cuota común de los socios; (3) aquellos individuos que no están dispuestos a pagar en la etapa 2 son entrevistados, y se les pide pensar su declaración de la DAP mediante una explicación de la situación ambiental.

Sus resultados muestran una correspondencia bastante pobre entre la DAP hipotética y real, donde sólo 6 de cada 64 declararon que ellos estaban dispuestos a pagar la cuota de socio en la etapa 1, en realidad pagó esto voluntariamente en la etapa 2.

Hammitt, J. K; et al. (2006), calcularon el valor económico de prevenir efectos de salud adversos relacionados con la contaminación atmosférica usando la valoración contingente en China. Los valores son estimados para tres problemas de salud: frío, bronquitis crónica, y fatalidad. Ellos elaboraron modelos alternativos estadísticos, los cuales fueron probados para estudiar su impacto sobre la Disponibilidad a Pagar (DAP). Usando el tipo de cambio oficial, la

mediana de la DAP para prevenir un episodio de frío se extiende entre US\$3 y US\$6, la DAP estimada para prevenir un caso de bronquitis crónica se ubica entre los US\$500 y US\$1,000, y el valor por gamas de vida estadísticas entre US\$4,000 Y US\$17,000.

Hernández, A. A; et al. (2018), realizaron una valoración económica para un mejoramiento ambiental en León, Guanajuato. Se estimó la Disponibilidad a Pagar (DAP) por parte de la población del municipio, para la creación de un fondo verde que ayude a mitigar la problemática ambiental ; para dicho estudio se empleó el método de valoración contingente para lo cual se realizaron encuestas a los habitantes de la ciudad de León de tal manera que los resultados obtenidos fueron que la DAP estimada por habitante fue de \$ 131.15 MX y pudiendo obtener un ingreso anual de alrededor de \$ 60, 408 083.45 MX, para la formación del fondo verde.

## 4. MARCO TEÓRICO

Aquí se presenta la teoría económica relacionada con la valoración económica tal y como se aborda en la investigación.

### 4.1. Teoría de las preferencias.

El término “preferencia” se basa en el sentido en que el individuo, dado un conjunto de alternativas, las pueda ordenar de mayor a menor dependiendo el grado de satisfacción brindado por la combinación de dos o más bienes (Vásquez et al, 2007). De acuerdo con este supuesto, existen tres axiomas que debe cumplir este postulado, de las cuales de acuerdo con Varian (2001), estos axiomas establecen que las preferencias son:

*Completas*: es decir, que es posible comparar dos cestas cualesquiera, esto significa que, dada cualquier cesta X y cualquier cesta Y, se supone que  $(x_1, x_2)$  es débilmente preferida o indiferente a  $(y_1, y_2)$  o  $(y_1, y_2)$  es débilmente preferida a  $(x_1, x_2)$ , o las dos cosas, en cuyo caso, el consumidor es indiferente entre las dos cestas.

*Reflexivas*: este axioma parte del supuesto que de cualquier cesta es al menos tan buena como ella misma:  $(x_1, x_2)$  es indiferente a  $(x_1, x_2)$ .

*Transitivas*: este axioma establece que si  $(x_1, x_2)$  es indiferente a  $(y_1, y_2)$  y  $(y_1, y_2)$  es indiferente a  $(z_1, z_2)$ , se supone que  $(x_1, x_2)$  es indiferente a  $(z_1, z_2)$ . En otras palabras, si el consumidor piensa que la cesta X es al menos tan buena como Y que la Y es al menos tan buena como la Z, por lo tanto, el consumidor piensa que la X es al menos tan buena como la Z.

Freeman (2003) deduce una propiedad la cual denominó sustitutiva la misma que establece la posibilidad de intercambio entre pares de bienes. Esto permite valorar económicamente bienes ambientales, ya que el valor económico de los mismos se expresa en términos de la disposición a renunciar a un bien con el

objetivo de obtener más de otro. Si un individuo desea una mejor calidad ambiental debería estar dispuesto a ceder algo con el fin de obtener una mayor satisfacción (Vásquez et al, 2007).

## **4.2. Análisis económico del cambio en los niveles del bienestar**

En esta sección se analizan los cambios en los niveles de bienestar de los individuos dado un cambio en los precios de un bien, lo cual es un componente fundamental de la teoría básica del comportamiento del consumidor.

### **4.2.1. La variación compensatoria y equivalente**

La variación compensatoria y equivalente, medidas propuestas por Hicks (1954), están relacionadas con las medidas de bienestar clásico propuestas por la vieja economía del bienestar, pero sin sufrir sus deficiencias. Estas medidas pueden ser aplicadas en las pruebas de compensación propuestas por la nueva economía del bienestar. Al dirigir la economía del bienestar al campo empírico es importante saber si las variables relevantes en el análisis pueden ser observadas o no. Dado que la utilidad no es posible de medir, se debe seleccionar una alternativa. Una alternativa observable para medir las intensidades de las preferencias de un individuo para una situación versus otra situación es la cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a recibir para no moverse de una situación a otra.

Recordando un poco lo dicho de que el Excedente del Consumidor (área por debajo de la curva de demanda y por encima de la recta de precio) no era una medida conveniente para valorar los cambios en bienestar de los consumidores. Willig, mediante el planteamiento de una metodología bautizada con el nombre de Límites de Willig, logra demostrar que el excedente del consumidor es una buena aproximación de la verdadera disponibilidad a pagar por un cambio. La variación compensatoria, es la cantidad de dinero tomada de un individuo después de un cambio económico, que deja a la persona justo en la situación inicial, es decir, en la situación antes del cambio. Para una ganancia en bienestar,

es la máxima cantidad de dinero que la persona estaría dispuesta a pagar por acceder al cambio. Para una pérdida de bienestar, por lo contrario, sería el negativo de la mínima cantidad de dinero que la persona debería estar dispuesta a recibir como una compensación por el cambio.

La variación equivalente, es la cantidad de dinero pagada a un individuo con la cual – sin que pase un cambio económico – deja al individuo como si hubiera ocurrido dicho cambio. Para una ganancia en bienestar, sería la mínima cantidad de dinero en forma de compensación que la persona debería necesitar para renunciar al cambio. Para una pérdida de bienestar, por lo contrario, sería el negativo de la máxima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar por evitar el cambio.

Por último se debe mencionar que la variación compensatoria y equivalente también puede utilizarse para medir los cambios en el bienestar de los productores. Estas medidas primeramente se definieron con la finalidad de estimar los cambios en el bienestar producidos por cambios en el precio de bienes mercadeables. Luego fueron aplicados para la estimación de los cambios en el bienestar originados a partir de cambios en la disponibilidad de ciertos recursos, como por ejemplo disponibilidad de bienes no mercadeables. Un caso típico es la estimación de los cambios en el bienestar a través de la Variación Compensatoria o Variación Equivalente derivados de un cambio en la calidad del aire.

Los conceptos de variación compensatoria y variación equivalente son sumamente importantes para medir los cambios en bienestar social que pueden generar las políticas ambientales. Estas dos medidas operativizadas a través de la Disponibilidad a Pagar y Disponibilidad a Aceptar, sirven para evaluar en términos de bienestar las pérdidas o las ganancias ocasionadas por las políticas y/o proyectos emprendidos.

Hicks (1954), en un ensayo seminal elaboró una clasificación de las diferentes medidas del excedente del consumidor. Para explicar las diferentes metodologías



***VC (ganancia potencial) = VE (pérdida potencial)***

***VC (pérdida potencial) = VE (ganancia potencial)***

Las cuáles serán expresadas como:

***VCp:*** La Variación Compensada es la suma máxima de dinero que el consumidor estaría dispuesto a pagar para lograr la baja de precio indicada por el desplazamiento de  $Y_1$  a  $Y_2$ .

***ECq:*** Esta medida de bienestar también es llamado excedente compensatorio. Representa la suma máxima de dinero que el consumidor estaría dispuesto a pagar para lograr la baja de precio, suponiendo que está restringido a comprar la cantidad de  $x_1$ ” indicada por el punto B.

***VEp:*** La Variación Equivalente es la suma mínima de dinero que necesitaría el consumidor para renunciar al beneficio de la baja de precio.

***EEq:*** Esta medida de bienestar también es llamada por la literatura excedente equivalente. Representa la suma mínima de dinero que necesitará el consumidor para renunciar al beneficio de la baja de precio, suponiendo que éste restringido a comprar la cantidad  $x_1'$  indicada por el punto A.

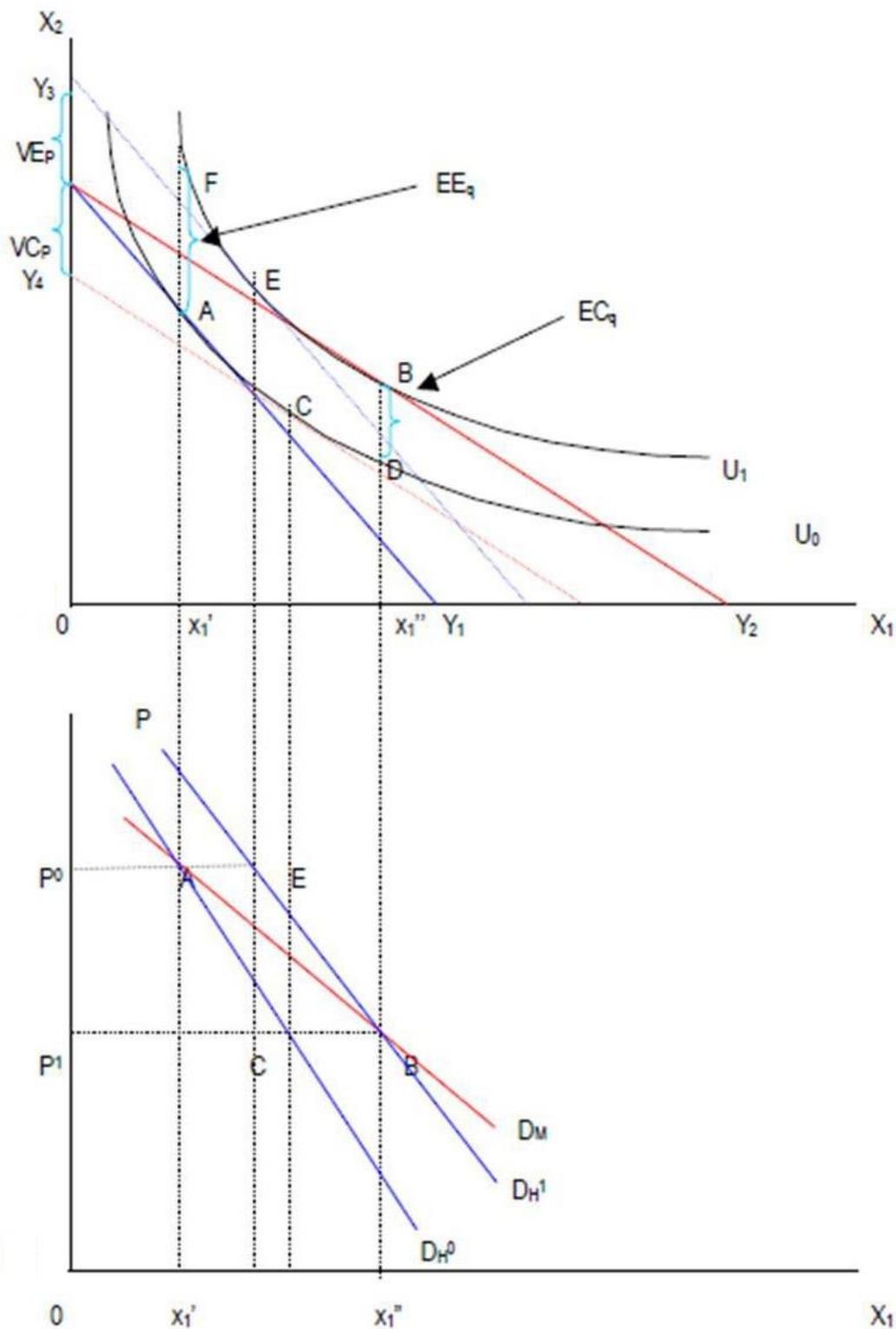
Se puede decir que la VC reflejará la compensación máxima que los ganadores estarían dispuestos a pagar. De igual modo, la variación compensatoria del aumento en precio medirá el mínimo que aceptarían los perdedores. No convendrá implantar la política si la VC de los ganadores es menor que la VC de los perdedores. Consideremos ahora la posibilidad de que los perdedores paguen a los beneficiarios para que renuncien al cambio. Los perdedores potenciales impedirían el cambio si la VE de los ganadores es menor a la VE de los perdedores y no podrán impedirlo si la VE de los ganadores es mayor a la VE de los perdedores.

En consecuencia, podría surgir una contradicción si la VC de los ganadores es menor a la VC de los perdedores y si la VE de los ganadores es mayor que las VE de los perdedores. Además, debemos recordar que la VE de los ganadores es mayor que la VC de los perdedores y que la VC de los perdedores es mayor que la VE de los perdedores. Bajo estas consideraciones, el caso de que la VC de los ganadores sea menor a la VC de los perdedores y que al mismo tiempo, que la VC de los perdedores sea mayor a la VE de los perdedores, se puedan satisfacer simultáneamente, dando lugar a una paradoja.

Dado que, en general, los consumidores no están restringidos en cuanto a las cantidades que pueden comprar, las medidas pertinentes serán VCp y VE<sub>p</sub>. Exactamente, en términos de definición se puede decir que afirmar que la variación compensada mide la máxima disposición al pago de los beneficios, mientras que la variación equivalente mide la mínima compensación requerida para renunciar a un beneficio. En cambio, para el caso de los bienes ambientales, los cuales son exógenos para el consumidor, las medidas indicadas serían el EC<sub>q</sub> y el EE<sub>q</sub>. La gráfica siguiente presenta la relación existente entre la VC, VE y la curva de demanda para el bien  $x_1$ . El cambio en el precio de  $P^0$  a  $P^1$  en el segundo gráfico de la figura 9, corresponde al cambio en el precio implícito en el desplazamiento de las rectas presupuestales  $Y_1$  a  $Y_2$  en el primer gráfico de la figura 9.

La medida de VC corresponde a una curva de demanda trazada con respecto a los puntos A y C del primer gráfico de la figura 9. Esta curva de demanda presenta solamente el efecto sustitución de un cambio en el precio de  $Y_1$  a  $Y_2$ , de modo que la curva de demanda  $DH^0$  es una curva de demanda compensada, a menudo llamada curva de Demanda Hicksiana. De la misma manera, la curva de demanda  $DH^1$ , que nos da la medida VE, se refiere a los puntos E y B que de nuevo presentan el efecto sustitución, pero ahora con respecto a la posición del ingreso referente al punto B.

Figura 9. VC, VE, demandas marshallianas y hicksianas



Fuente: Mendieta, 2007.

Otra medida del cambio en el bienestar derivado de la baja en el precio está definida por el área  $P^0P^1AB$ , el cual aparece como una medida promedio de las otras dos medidas. Note que el desplazamiento de A a B, en la segunda grafica de la figura 9 corresponde directamente al desplazamiento de A a B en la primera grafica de la figura 9. Es decir, la curva de demanda que pasa por los puntos A y B contiene el efecto ingreso y el efecto sustitución. Esta es la curva de demanda marshalliana, la cual no es compensada por el efecto ingreso. Por lo tanto, el área  $P^0P^1AB$  es una medida directa del excedente del consumidor Marshalliano.

En la última grafica de la figura 9 se puede notar que:

$$VE > EC > VC$$

Donde, EC es el excedente del consumidor Marshalliano y la VC se encuentra delimitada por el área  $P^0P^1AB$ , mientras que la VE se define como el área  $P^0P^1EB$ .

Utilizando los resultados de las pruebas de compensación, se tiene la posibilidad de definir el óptimo de Pareto y los mejoras en el sentido de Pareto. En esencia, si se evita la paradoja de Scitovsky, la suma de los excedentes del consumidor positivos y negativos, medidos por VC, VE y EC, dirá si la política es potencialmente conveniente. Por lo tanto, un exceso de excedentes positivos sobre excedentes negativos indicará que la política generará un mejoramiento potencial en el sentido de Pareto. No se habla de un mejoramiento efectivo en el sentido de Pareto, debido a que no se paga en realidad una compensación a los perdedores, con los beneficios de los ganadores.

Por otra parte, un exceso de excedentes negativos sobre excedentes positivos indicará un deterioro potencial de Pareto. Se presentará un óptimo de Pareto cuando resulte imposible aumentar los excedentes de algunas personas sin disminuir las de otras.

Se debe mencionar que la regla de mejoramiento potencial en el sentido de Pareto se encuentra incorporada en la técnica de análisis costo – beneficio (ACB). El ACB no es más que la teoría neoclásica del bienestar y su técnica de medición se basa en la teoría del excedente del consumidor, mientras que sus reglas de decisión total se basan en las pruebas de compensación de Kaldor – Hicks. Se debe comentar también que la técnica de ACB involucra el uso de juicios de valor, si se alteran tales juicios, se alterará también el ACB. Los juicios de valor que apoyan la concepción del ACB son:

Se toma en cuenta las preferencias de los individuos: Se requiere que el consumidor indique su disposición a pagar o su requerimiento de compensación.

Tales preferencias se ponderan por el poder de mercado: Si se considera que el deseo de pagar se manifiesta en sumas efectivas de dinero, tales sumas variarían de acuerdo con la capacidad de pago de los individuos.

Si la regla de decisión se ve influida bajo los criterios anteriormente mencionados se puede decir entonces que se aplicó un juicio de valor. De igual modo se puede decir que nuestra regla de decisión se vea influida por un juicio que conceda a las ganancias y pérdidas de los pobres una mayor ponderación que a la de los ricos. Por lo tanto, lo mejor que se puede hacer es indicar como cambia el resultado del ACB si se modifican los juicios de valor en que se basan. Bajo esta forma se pueden tener varias reglas de decisión acerca de la suma neta de excedentes del consumidor, iniciando el análisis de viabilidad de una política con la regla que nos dice que una política es conveniente siempre que la VC de los ganadores sea mayor que la VC de los perdedores.

Tomando en cuenta lo anterior, se introducen otras reglas que tomen en cuenta la justicia distributiva. Primero, se puede sostener que los pobres tienen una utilidad marginal del ingreso mayor que la de los ricos. Al medir estas utilidades marginales en relación con algún grupo básico, se tendría una fórmula como la siguiente,

$$\sum_{i=0}^n u_i VC_i > \sum_{j=0}^m u_j VC_j$$

Con  $i = 1, \dots, n$  grupos de beneficiarios, y  $j = 1, \dots, m$  grupos de perdedores. Los  $u_i$  y  $u_j$  son entonces las medidas de la utilidad marginal del ingreso de los grupos  $i$  y  $j$  en relación con algún grupo básico. Esta regla daría una evolución en términos de la utilidad absoluta y, por supuesto, su valor depende en alto grado de la validez de la medición de las utilidades marginales del ingreso, una cuestión discutible por lo menos. Sin embargo, aquí lo importante es el principio.

Pero además se puede discutir acerca de quién “merece” la utilidad. Es decir, se modificará la regla anterior para tomar en cuenta las diferencias de los méritos entre los grupos. En este caso tendríamos una regla como la siguiente:

$$\sum_{i=0}^n e_i u_i VC_i > \sum_{j=0}^j e_j u_j VC_j$$

Donde,  $e_i$  y  $e_j$  se refieren ahora a los merecimientos relativos de los grupos  $i$  y  $j$ , cuando se presentan inconvenientes con esta regla se procede simplemente a ponderar por los pesos. En cuanto se considere la posibilidad de ponderar como lo indican las reglas, se abandonará en efecto el óptimo de Pareto como un objetivo. Así pues, al examinar este tema se deberá recordar que no es indispensable seguir este procedimiento, o se tendrá que examinar los resultados obtenidos y tomar en cuenta que estos resultados pueden ser modificados de acuerdo con las reglas de decisión introducidas en esta sección.

### 4.3. Concepto de Valor

El origen del valor económico proviene del nivel de satisfacción que un bien genera a un individuo, considerando este punto de vista, los bienes y servicios

ambientales tiene valor dado que proporciona beneficios o satisfacción al ser humano, aunque el beneficio para cada individuo represente niveles diferentes (Cristeche y Penna, 2008).

Otra forma de concebir el valor, es que el valor de un bien depende de la cantidad total de trabajo contenida o requerida para producir dicho bien, basada en la teoría del valor objetiva de David Ricardo.

Nicholson (1997), dice que el significado de “valor” no ha sido siempre el mismo a lo largo de la historia, hoy en día consideramos que “valor” es sinónimo del “precio” de un bien. Sin embargo, los primeros filósofos-economistas marcaban una diferencia entre el precio de mercado de un bien y su valor. Así pues, pensaban que el término “valor” era sinónimo, en cierto sentido, de “importancia”, “esencialidad” o (a veces), “divinidad”. Puesto que “precio” y “valor” eran conceptos distintos, éstos podían diferir y, así, la mayor parte de los primeros análisis económicos se centraron en estas divergencias.

De acuerdo con Adam Smith se considera que el valor de un bien o servicio depende de la cantidad de trabajo que lleva incorporado, pero esta definición como la de otros autores, que en general manifiestan que el valor de un objeto de se basa en su capacidad de satisfacer necesidades; por lo tanto, existen bienes que pueden tener mucho tiempo de trabajo invertido, pero si no son capaces de satisfacer una necesidad carecen de valor alguno.

Estas definiciones generalizadas aplican para los bienes que se producen para realizarse en el mercado y no contemplan las características de los bienes naturales.

#### **4.3.1. Valor económico total**

El valor económico total de un recurso natural está conformado tanto por el valor de uso como el valor de no uso.

Londoño, (2006) menciona que el valor económico total está integrado a través de la forma que el ecosistema satisface necesidades humanas: a) Por una parte los organismos que integran al ecosistema tienen propiedades específicas que los dotan de valores de uso directos, los cuales son capaces de satisfacer necesidades de consumo o de producción de la sociedad. b) Por otra, el papel que desempeña la biodiversidad en la sustentabilidad en los ciclos biofísicos, satisfaciendo de esta manera necesidades del ser humano a través de funciones o servicios ecosistémicos generando un beneficio indirecto. También forman parte del valor total el valor de no uso, entre los que se incluyen el valor de: opción, legado y de existencia.

- Valor de uso directo. Se refiere a los bienes y a los servicios del ecosistema que son utilizados de manera directa por los seres humanos, tales como: materias primas para el proceso de producción, recreación, aire, etc. Son bienes que pueden ser producidos, extraídos, consumidos o disfrutados del ambiente.
- Valor de uso indirecto. Son todas las funciones ecosistémicas, por ejemplo: regulación de cambios climáticos, formación de suelos, regulación de gases atmosféricos, regulación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión y retención de sedimentos, etc.
- Dentro de los bienes de valor de no uso se considera: valor de opción, valor de legado y valor de existencia.

Valor de opción. Hacen referencia al valor de uso potencial de un recurso, es decir, corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar hoy por usar el recurso en el futuro, por ejemplo habitas conservados, biodiversidad.

Valor de legado. Corresponden al valor que cualquier individuo le asigna a un recurso al saber que otros puedan beneficiarse del mismo en el futuro. Es decir, el valor para las futuras generaciones.

Valor de existencia. Este valor consiste en asignar un determinado valor a un recurso simplemente porque éste existe, aun cuando los individuos

nunca han tomado contacto con él, ni lo harán en el futuro, por ejemplo especies en peligro de extinción.

#### **4.4. Concepto de valor económico**

Una vez especificado todos los conceptos anteriores, a manera de conclusión se puede decir que los recursos naturales puede tomar uno de los diferentes valores según el criterio de los individuos. Por esa razón fue necesario definir todas aquellas formas de valor que puedan dar lugar al valor económico total (VET).

La idea implícita del VET es que cualquier bien o servicio ambiental está compuesto por varios atributos, algunos de los cuales son particulares y fáciles de medir, mientras que otros servicios naturales pueden ser más difíciles de cuantificar. No obstante, el valor total es la suma de todos estos elementos, y no solo de aquellos que son fácil de cuantificar (Dixon y Pagiola, 1998).

De acuerdo con Mendieta (2005), el VET se divide en dos partes, el valor de uso (VU) y el valor de no uso (VNU). A su vez los valores de uso se pueden desglosar a su vez en el valor de uso directo (VUD) y en el valor de uso indirecto (VUI); y el valor de opción (VO). Por otro lado, el valor de no uso se puede clasificar en dos categorías: el valor de existencia (VE) y el valor de herencia o de legado (VH). Por lo tanto, el valor económico total se puede estimar con la siguiente expresión:

$$VET = VU + VNU$$

$$VET = (VUD + VUI + VO) + (VNU)$$

$$VET = (VUD + VUI + VO) + (VE + VH)$$

#### 4.5. Métodos de valoración económica

El valor económico de los bienes y servicios ambientales constituyen un marco susceptible de ser utilizado con fines empíricos. Sin embargo, es preciso cuantificar y demostrar que estos conceptos son medibles a partir de observaciones de la realidad. En el Cuadro 1 se ilustra de manera general una clasificación de las principales metodologías de valoración económica de bienes y servicios ambientales.

**Cuadro 3. Métodos de valoración**

Preferencias Reveladas	Preferencias Declaradas
Función de producción de hogares	Valoración contingente
Costo de viaje	Experimentos de elección
Función de producción de salud	
Precios hedónicos	

Fuente: elaboración propia en base a Vásquez *et al* (2007)

A partir del enfoque de “preferencias reveladas” es posible analizar cómo revelan las personas su valoración de los bienes ambientales, estudiando su comportamiento en los mercados reales de los bienes con los que están relacionados (Azqueta, 2007).

Dentro de este enfoque resalta el método de la función de producción de hogares (*MFPH*), el método del costo de viaje (*MCV*), el método de la función de producción de salud (*MFPS*) y el método de los precios hedónicos (*MPH*).

El *MFPH* parte del principio de que los individuos pueden invertir en ciertas actividades con el fin de evadir los efectos negativos de la contaminación. Esta medida puede ser una buena aproximación de la verdadera medida del valor del daño a un recurso natural y/o ambiental. El *MCV*, es un método que trata de estimar el valor económico de recursos naturales y ambientales que brindan

servicios de recreación. La aplicación de este método supone que el tiempo y el dinero que una persona gasta para visitar un sitio es una aproximación de su disponibilidad a pagar por acceder a los beneficios de recreación que el lugar genera. Esto hace posible estimar una curva de demanda por el sitio, y con referencia a ella se puede medir el excedente del consumidor como una medida monetaria de bienestar. El *MFPS*, estima el valor económico de cambios en la calidad ambiental a través de los cambios generados en la salud de las personas. Por último, el *MPH* permite valorar económicamente características no mercadeables (la calidad del aire, el silencio, la oferta hídrica, el paisaje, etc.) cuando ellas están asociadas a bienes transables como una vivienda o una finca.

Dentro del enfoque de “preferencias declaradas”, destacan el método de valoración contingente (*MVC*) y los modelos de elección conocidos en la literatura especializada como experimentos de elección (*EE*). El *MVC*, plantea la construcción del mercado del bien a valorar mediante el planteamiento de preguntas directas de disponibilidad a pagar por lograr una mejora o aceptar un empeoramiento de la calidad o cantidad de un bien o servicio ambiental, para ello en la práctica se ofrece a los entrevistados dos situaciones (inicial y final), la situación inicial describe las condiciones ambientales actuales y la situación final describiría las condiciones en el caso que se tomen medidas específicas para mejorar la calidad del medio ambiente. En los estudios empíricos a menudo el cambio de la situación inicial a la situación final se realiza a través de la implementación de un programa y/o proyecto que se explica con detalle a los encuestados.

Por su parte, en el *EE* se presenta a los entrevistados una serie de alternativas de elección referentes a estados del bien o servicio ambiental, y se les pide que elijan la alternativa preferida, en general la forma de presentación de las alternativas se concreta en bloques de elección en los cuales una alternativa es fija, y con ella se describe la situación actual (*status quo*), mientras que las otras alternativas varían y presentan cambios respecto a la situación actual. Las diferentes alternativas contienen atributos y niveles. A través de los atributos se

explica a los entrevistados el estado actual y las modificaciones de este estado, para la descripción de los cambios del estado actual se utilizan diferentes valores de los atributos llamados niveles.

En consecuencia, el *EE* puede proveer información sobre cómo los atributos ayudan a determinar el valor de bienes y servicios ambientales y cómo este valor es afectado por cambios en uno o más atributos (Vásquez et al, 2007).

## 5. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en esta investigación consistió en la utilización del método de valoración contingente, para obtener una estimación del valor económico para realizar una mejora ambiental en Irapuato, Guanajuato. Para poder llevar a cabo la recolección de la información se procedió a elaborar un cuestionario y aplicarlo a la población objetivo usando el muestreo aleatorio simple (MAS), donde se estimó el tamaño de muestra.

Para la estimación de los parámetros de los modelos se utilizó la regresión dicotómica lineal y logística. Se escogió el MVC, porque es un método apropiado para conocer la percepción de los individuos que integran la población objetivo para mejorar la calidad ambiental.

### 5.1. Método de valoración contingente (MVC)

El método de la valoración contingente es una de las técnicas -a menudo la única- que se tiene para estimar el valor de bienes públicos, productos o servicios, para los que no existe mercado. Se trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que compararlo, como hacen con los demás bienes. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio tiene el bien en cuestión, aun en la ausencia de mercados.

El *Método de Valoración Contingente (MVC)*, se ubica dentro de los métodos directos – hipotéticos que trata de conocer la valoración que hacen las personas de los cambios en el nivel de bienestar, producidos por un cambio cualitativo o cuantitativo en la oferta de un bien ambiental lo que se logra a través de la aplicación de cuestionarios, en donde, se realizan preguntas directas bajo el supuesto de la existencia de un mercado propio para estos tipos de bienes, esto se trata de un mercado hipotético. Se considera que el manejo de estos mercados

es completamente comparable con las respuestas individuales que se hacen en los mercados reales (Mitchell y Carson, 1993).

Vásquez *et al*, (2007), señala que el método de valoración contingente se conoce también con el nombre de modelo hipotético, debido a la forma en que los investigadores obtienen el valor económico que los individuos le asignan a un bien. El procedimiento estándar consiste en el diseño de un cuestionario en el cual se describe a los entrevistados a un determinado bien ambiental. Además, se construye un escenario donde se provee el bien para valorar, definiendo claramente las distintas alternativas y los derechos de propiedad.

Posteriormente se les pregunta a los individuos por su máxima disponibilidad a pagar (DAP) por una mejora en la calidad o en la cantidad del recurso. También se les puede preguntar por su disposición a ser compensados (DAC), es decir, por renunciar a un cambio favorable, desde la perspectiva de la utilidad del individuo, o por su DAC a una compensación para aceptar un cambio desfavorable ((Vásquez et al, 2007).

Las distintas técnicas de valoración contingente implican un proceso en que el investigador crea un mercado hipotético de un bien sin mercado, invita a un grupo de sujetos a que operen en ese mercado, y registran los resultados. Los valores generados mediante el mercado hipotético se consideran como estimaciones del valor del bien sin mercado, suspendida a la existencia del mercado hipotético (Monroy, 2008).

Los mercados hipotéticos se pueden diseñar de manera que se puedan utilizar en una amplia variedad de problemas de valoración, algunos de los cuales parecen no prestarse a los métodos de inferencia. No es necesario identificar algún bien comercializado cuyos mercados ofrezcan evidencia que permita inferir el valor del bien sin mercado. De modo que las técnicas de valoración contingente tienen una flexibilidad que permite valorar posibilidades no disponibles por el momento y estimar los valores de opción y existencia (Randall, 1985).

El método proporciona en forma directa la valoración del recurso y, además, es compatible con las medidas de bienestar hicksianas, ampliamente aceptadas en la literatura económica como estimaciones correctas del cambio en el bienestar de los individuos ((Vásquez et al, 2007). En otras palabras, la valoración se obtiene directamente de las respuestas de los entrevistados, usando la variación compensado a la valoración equivalente, dependiendo de los derechos de propiedad y de la naturaleza del cambio del bien (Monroy, 2008).

En algunas ocasiones se menciona que las técnicas de valoración contingente ofrecen a los sujetos oportunidades e incentivos para una conducta estratégica. Si un sujeto piensa que los resultados de un ejercicio de valoración contingente pueden influir en la cantidad de bienes no exclusivos proporcionados por el sector público y en los impuestos totales que capta, pero al aumento a la disminución real de sus impuestos personales no estarán relacionados con el valor contingente que manifiesta, puede distorsionar sus respuestas al mercado hipotético a fin de ejercer una influencia indebida en las políticas públicas que se optaran con el tiempo (Randall, 1985).

El nombre del método hace referencia al hecho de que los valores revelados por los individuos entrevistados son contingentes sobre los mercados construidos o simulados en las encuestas ((Vásquez et al, 2007).

### **5.1.1. Diseño de un estudio empleando el MVC**

Existen varias premisas muy importantes para el diseño de un estudio usando el MVC ((Vásquez et al, 2007), las cuales se exponen a continuación:

- Definir la población objetivo. Para un estudio que involucre uso directo del agua, la población objetivo serán los usuarios. Si se involucra valores de existencia, legado u opción, la población objetivo será la regional, nacional e inclusive internacional, si es el caso.

- Definir el producto. Si se está haciendo para un flujo de agua determinado, éste debe describirse lo más preciso a los encuestados. El uso de ayudas audiovisuales puede ser necesario.
- Definir el vehículo de pago. Este será a través de impuestos, cargo de entradas, contribuciones u otros. El vehículo de pago debe ser realista, fácil de recolectar y adecuado como método de financiamiento.
- Del formato de la pregunta. Puede ser abierta, de subasta o dicotómica.
- El método de análisis estadístico a usarse. Depende del formato de la pregunta. La mayoría usa análisis de regresión.
- Identificación de variables complementarias a ser usadas en el modelo de regresión.
- Selección de la técnica para recoger los datos. Puede ser por encuesta personal, por teléfono, por correo, correo electrónico. Factores como precisión y costos del estudio se intercambian para seleccionar la técnica.

El cuestionario a aplicar en un estudio, usando el MVC, típicamente comprende tres componentes:

- El primer componente describe la situación en la cual él o la entrevistada actuará. Esto permite a los encuestados imaginarse tal situación. Si por ejemplo, se va a hacer un cambio de política o una reasignación del recurso agua, se describe dicha situación. Si se quiere valorar un incremento del recurso, el mismo debe ser descrito adecuadamente.
- El segundo componente corresponde a la selección de las preguntas a ser realizadas para inferir el valor.
- El tercer componente son preguntas acerca del entrevistado. Preguntas socioeconómicas como edad, nivel de educación, ingreso, sexo, entre otras, son frecuentes. Así mismo, hay preguntas sobre actitudes y creencias, como por ejemplo actitud hacia la conservación del ambiente. Las preguntas son variables que se incluyen en el análisis estadístico.

### 5.1.2. Formato de las preguntas

El formato de las preguntas usadas en un MVC, para requerir la DAP, ha evolucionado en los últimos veinte años. (Monroy, 2008). Inicialmente, se usó una pregunta directa sobre la máxima disposición a pagar. Esto se llamó pregunta abierta, pregunta directa, etc. Su uso se ha ido restringiendo porque coloca a los entrevistados en una situación no familiar. Generalmente, en un mercado, al consumidor se le coloca una lista de precio para que él decida. Los resultados son que hay una tasa muy alta de no respuestas, así como valores muy altos o bajos que llevan a una gran varianza.

Otro modelo de formato usado fue la de subasta. Se le preguntaba al entrevistado si quería pagar una cantidad X. Si respondía si, se subía el monto hasta el punto de que dijera no. Si respondía no, se bajaba el monto hasta que dijera sí.

Otro tipo fue el llamado carta de pago. En una carta de pago se le coloca a los entrevistados una lista visual de pagos anuales que van desde cero a un número grande, para que ellos seleccionen uno. En la lista puede haber números similares a los impuestos que la gente paga por peaje, educación, protección contra incendios, etc. Esta forma reduce parcialmente el efecto del punto de inicio del método de subasta.

Otra forma usada es la de "referéndum". Bishop y Heberlein (1979), que fueron los primeros que lo usaron para estudiar de DAP por la cacería de alces en Wisconsin (USA). Ellos establecieron un número de precios predeterminados, los cuales esperaban ocupaban todos los rangos de DAP. Donde a los entrevistados se agrupaba en submuestras y a cada miembro de una submuestra, se les presentaba un mismo precio, preguntándole si o no pagarían dicho precio. A cada submuestra se le asigna aleatoriamente un precio. El método es familiar a la mayoría de entrevistados debido a que sus decisiones en el mercado, cuando compran algo la hacen similarmente.

Este procedimiento elimina el sesgo estratégico, pues los entrevistados no tienen incentivo para sesgar su respuesta. Cuando en el modelo estadístico se usa el procedimiento Logit, el cual predice la probabilidad de aceptar una oferta en función del valor requerido y otras variables (socioeconómicas, actitudes y creencias). El método Logit es más complejo y menos familiar que el usado para la pregunta abierta y subasta (se calcula más fácil el valor de la media o la mediana).

El método dicotómico puede tener un sesgo de complacencia del entrevistado con el encuestador por lo cual le contesta “sí” sin importar su verdadera opinión. Para este estudio se utilizará un modelo Probit para obtener la probabilidad de obtener una respuesta positiva de la DAP, utilizando el programa de NLogit.

### **5.1.3. Formatos para la pregunta de DAP**

El tercer bloque de preguntas es el más importante y al cual se debe prestar mayor atención durante el proceso de diseño. Los subelementos de este bloque son los siguientes: 1) El mercado hipotético; 2) El vehículo de pago y; 3) La pregunta sobre la disposición a pagar.

El mercado hipotético es básicamente la descripción del proyecto que garantizaría la calidad ambiental deseada. El vehículo de pago es la forma de cobrar el dinero que los consumidores revelaron que iban a pagar en la encuesta. Y finalmente, la pregunta sobre la DAP es el corazón de la encuesta, siendo que es la pregunta que permite rescatar la valoración económica del individuo encuestado sobre la calidad ambiental analizada.

De acuerdo con Parra (2002), existen diferentes formatos para formular la pregunta de la DAP.

## **Formatos para la pregunta de la DAP.**

- Formato abierto
- Formato múltiple
- Formato subasta
- Formato dicotómico
- Formato dicotómico doble

Cada formato indica una pequeña diferencia por la forma de preguntar a los encuestados sobre su DAP, lo que resulta en diferencias en la percepción de los individuos y por ende diferencias en los montos estimados. Pero antes de analizar cuál de los formatos es más recomendable utilizar, a continuación se explica de manera breve cada uno de estos formatos:

Formato Abierto: Se pregunta de manera abierta al encuestado sobre su DAP a contribuir al proyecto que garantiza la calidad ambiental. No se ofrece ninguna cantidad de referencia en particular, ej:

*Teniendo en cuenta sus ingresos, gastos, gustos y preferencias personales hacia el abasto, calidad y cantidad del agua. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar \$\_\_\_\_\_ adicional a la tarifa de entrada por contribuir a la mejora del agua en estas cualidades?*

Formato Múltiple: Se ofrece al encuestado un rango de cantidades previamente establecidas, de las cuales puede seleccionar las más apropiadas para sus gustos y preferencias ej.:

*\$20, \$40, \$60, \$80, \$100, \$120, etc.*

Formato Subasta: Similar al formato múltiple, se ofrece al encuestado un rango de cantidades previamente establecidas, de las cuales puede seleccionar la más apropiada para sus gustos y preferencias, ej.:

*\$20, \$40, \$60, \$80, \$100, \$120, \$X.*

Sin embargo, si el encuestado selecciona por ejemplo \$60, se le pregunta (se negocia) si pagaría una mayor cantidad como \$80. Si responde positivamente se le pregunta (se negocia) por \$100, etc. En caso de responder negativamente al \$60, se le pregunta si pagaría entonces \$40, \$20 etc. La idea es aproximarse al verdadero valor que el encuestado estaría dispuesto a pagar.

Formato Dicotómico: A diferencia de los formatos anteriores, la característica principal de este formato es que la muestra se subdivide en submuestras (subgrupos) y a cada grupo se le ofrece una cantidad previamente diseñada. Así, los encuestados se enfrentan a una situación más parecida a un mercado real. O sea, en un mercado real generalmente existen precios definidos y el consumidor tiene que tomar una decisión dicotómica: o compra el artículo o no lo compra. De la misma manera, en este formato se le presenta una cantidad para cada subgrupo SI o NO están dispuestos a pagar esta cantidad  $X_i$ , ej.:

Teniendo en cuenta sus ingresos, gastos, gustos y preferencias hacia el abasto, calidad y cantidad del agua “Y”, ¿estaría usted dispuesto a pagar \$ $X_i$  adicional al valor de su factura de servicio “Z”, para mantener dichas cualidades en el agua “Y”?

**Cuadro 4. Ejemplo de subdivisión de muestra**

Muestra n=100 personas	Cantidades propuestos	DAP
$n_1 = 25$ personas	\$ 20	Si / No
$n_2 = 25$ personas	\$ 25	Si / No
$n_3 = 25$ personas	\$ 30	Si / No
$n_4 = 25$ personas	\$ 35	Si / No

Fuente: Rado Barzev, 2004

El modelo de regresión que se utiliza para este formato es probabilístico siendo que las respuestas son de Si / No y la única información es la probabilidad de una respuesta positiva que está principalmente en función de que la DAP verdadera esté mayor o igual a la cantidad propuesta:

$$\text{Prob (Res Positiva)} = \text{Prob (DAP verdadera} \geq \text{cantidad propuesta)}$$

Formato Dicotómico Doble: El formato dicotómico doble tiene la misma lógica que el formato dicotómico. La única diferencia consiste que en este formato se introduce una segunda pregunta (repregunta). Como se explicó en el punto anterior, el formato dicotómico se asemeja más a una situación de mercado real. Sin embargo, es un formato donde se puede perder bastante información, o sea, si se pregunta a un individuo por \$35 y dice que SI cuando su verdadera DAP es \$20, significa que se están dejando de percibir \$15 adicionales. En el caso contrario, el mismo individuo puede decir que NO a la cantidad propuesta de \$30, pero a la vez su verdadera DAP puede ser de \$25, en este caso se perderán por haberle preguntado un monto que supera su verdadera DAP en 5.

Entonces, para incrementar la cantidad de información sobre cada encuestado se diseña una repregunta que pretende justamente rescatar los detalles adicionales sobre la verdadera DAP de los encuestados. El procedimiento es el siguiente (ver el ejemplo): Se le pregunta al subgrupo  $n_2$  si están dispuestos a pagar \$35; si responden negativamente se le repregunta por una cantidad inferior \$20; en caso contrario, si ellos responden positivamente se les repregunta por una cantidad inferior de \$30. Los encuestados igualmente tienen que responder SI/NO a la pregunta planteada.

**Cuadro 5. Ejemplo de Formato Dicotómico Doble**

Muestra n=100	Cantidades original propuesta	Pregunta para respuesta Si	Pregunta para respuesta No
$n_1 = 25$ personas	\$ 20 (Si/No)	\$ 25 (Si/No)	\$ 15 (Si/No)
$n_2 = 25$ personas	\$ 25 (Si/No)	\$ 30 (Si/No)	\$ 20 (Si/No)
$n_3 = 25$ personas	\$ 30 (Si/No)	\$ 35 (Si/No)	\$ 25 (Si/No)
$n_4 = 25$ personas	\$ 35 (Si/No)	\$ 40 (Si/No)	\$ 30 (Si/No)

Fuente: Rado Barzev, 2004.

Haab *et al*, (2002), dicen que existen muchas formas de obtener la disponibilidad a pagar. Ellos proponen cuatro, para obtener información y estimar las preferencias. De las recomendadas por estos autores, se combinan las tarjetas de pago y la dicotómica o de elección discreta:

En las tarjetas de pago en el MVC, el formato de la pregunta en cada entrevista se les hace que elijan la DAP, en puntos estimados (o rango de estimaciones), a partir de una lista de valores predeterminados y se le muestra al entrevistado para que responda en la tarjeta. En la dicotómica aplicada al MVC el formato de la pregunta se le cuestiona al entrevistado simplemente sí o no de forma estilizada: ¿Estaría usted dispuesto a cooperar económicamente \_\_X\_\_ cantidad de \$ mensualmente para crear un Fondo Verde que ayude a disminuir los niveles de contaminación?

En el cuestionario diseñado se elabora la pregunta según lo dicho anteriormente y a cada entrevistado se le cuestiona con cantidades monetarias (estas cantidades deben ser de acuerdo al nivel de ingreso de la zona a estudiar si son exageradas de acuerdo al ingreso de los demandantes puede ocasionar sesgos o incoherencias) distintas, elegidas de manera aleatoria y en la impresión de cada cuestionario se marca el rectángulo (celda) que contiene la cantidad de forma aleatoria (la lista generada de números aleatorios en Excel se agrega en el apartado Anexos), sin embargo, solo se consideran cantidades contenidas en la tarjeta de pago.

#### **5.1.4. Sesgos en el MVC**

Tal como lo define Riera (1994), los sesgos en el MVC pueden dividirse en conducta estratégica, sesgo de complacencia, punto de inicio, sesgo relacional, sesgo de importancia y posición, mala interpretación del escenario, entre otros.

Conducta estratégica significa que el entrevistado piensa que con su respuesta influirá sobre la provisión futura del recurso que es valorado. Si la pregunta está

bien diseñada puede minimizarse este sesgo. El vehículo de pago seleccionado también puede reducir o evitar este sesgo.

Sesgo de complacencia se refiere a que el entrevistado por querer complacer al entrevistador o a la agencia que hace el estudio contesta sin tomar en cuenta su criterio propio. Para reducir el sesgo se requiere de entrevistadores profesionales que no afecten las respuestas del entrevistado.

El sesgo del punto de inicio fue ya discutido en el formato de subasta. Sesgo relacional ocurre cuando el recurso a ser valorado es relacionado por el entrevistado con otro recurso.

Sesgo de posición e importancia ocurre en las cartas de pago o en aquellos casos donde se mencionan varios atributos a valorar y la gente piensa que por estar de primero o mayormente mencionado es muy importante. Asimismo, porque cree que se le pregunta un valor extra, este debe ser debido a que si existe este valor, lo que se valora es muy importante.

La mala interpretación del escenario ocurre cuando el entrevistado no entiende la situación dada presentada por el entrevistador. Para reducirlo se debe diseñar cuidadosamente, hacer pruebas piloto y de convergencia hasta estar seguro de que se extiende lo presentado.

#### **5.1.5. Ventajas y desventajas del MVC**

El diseño cuidadoso de los mercados contingentes (llamados también hipotéticos o artificiales) da lugar a la obtención de datos en formas que se prestan al análisis directo usando modelos conceptuales. Los supuestos analíticos, complejos y a veces realistas adoptados en algunos otros métodos de inferencia, no son necesarios cuando se utiliza una valoración contingente bien diseñada. No es necesario identificar algún bien que se comercialice cuyos mercados ofrezcan evidencia que permita inferir el valor del bien que no se transe en el mercado.

Las principales desventajas son sus sesgos, su necesidad de conocimiento profundo de econometría y sus costos y tiempo para realizar el estudio. Debido a que los valores generados responden a un escenario hipotético contingente. Se podría temer que fuesen susceptibles de ser manipulados en forma estratégica por los entrevistados. Además. Los individuos podrían tomar todo el estudio como hipotético e intrascendente y dedicar poco esfuerzo en la determinación de su Disposición a Pagar.

## **5.2. Diseño del cuestionario**

El formato de la encuesta comienza con las leyendas “Universidad Autónoma Chapingo” el escudo de la universidad, el nombre del departamento y el nombre del programa de la maestría, (Ver anexo 1); seguido por la caracterización del cuestionario para ubicar a que municipio corresponde la encuesta, posteriormente hay un párrafo donde se explica a grandes rasgos en qué consiste y con qué objeto se está llevando a cabo la investigación. Además, en el siguiente renglón existe la leyenda “todos los datos que aquí se usen serán para uso completamente académico y confidencial”, cuyo propósito es generar al entrevistado una cierta seguridad y confianza.

El objetivo principal del cuestionario es tratar en gran medida, obtener la mayor información objetiva posible y apegada a la realidad, misma que se relaciona al valor que estaría dispuesto a otorgar a los servicios que prestan los recursos naturales, en particular la del mejoramiento ambiental, que de alguna manera se ve reflejado en el nivel de bienestar de la población. Por tal motivo, el cuestionario se estructuro en tres secciones a manera que la información tenga un orden y coherencia en para recabar la información, quedando de la siguiente manera:

En la primera parte del cuestionario se considera la percepción del medio ambiente, se describe a grosso modo el escenario ambiental de la ciudad de Irapuato, como es la contaminación del agua, del aire, la erosión del suelo, y el

manejo de residuos sólidos por parte del municipio; una vez planteada la situación ambiental la primera pregunta de esta sección es: ¿cómo percibe usted el estado y/o nivel de calidad de los siguientes temas en materia ambiental?, donde al entrevistado se le da las opciones de muy bueno, bueno, malo o muy malo, omitiendo la opción de regular.

La siguiente cuestión al encuestado se le pide que ordene del 1 al 4, donde 1 es “urgente” y 4 “menos urgente”, los aspectos ambientales que requieren mayor atención en el municipio en el aspecto de calidad del agua, aire, suelo, la disponibilidad del agua, así como el manejo de residuos sólidos.

Posteriormente se hace la pregunta al encuestado acerca de que si conoce algún programa público o privado encaminado a mejorar la situación ambiental de su región. Enseguida se formula la pregunta ¿usted o algún miembro de su familia ha sufrido alguna enfermedad a causa de la contaminación ambiental?, con el objetivo de saber si actualmente la contaminación del aire ya tiene consideraciones importantes en la salud de las personas o todavía es tolerable el nivel de contaminación para la salud. Enseguida de esta pregunta se plantea la cuestión de la frecuencia de las enfermedades y el gasto en que incurre la persona para sanarse.

En la segunda sección se contempla la edad del encuestado, sexo, escolaridad, estado civil, ocupación, el ingreso mensual actual, tamaño de su familia, los dependientes económicos y por último si cuentan con algún tipo de servicio médico.

En la última sección del cuestionario se les pregunta sobre la disposición a pagar (DAP), que es la pregunta elemental de la valoración contingente.

Según Haab y McConnell (2002), mencionan que existen muchas formas de obtener la disponibilidad a pagar. Estos autores proponen cuatro maneras de obtener la información y estimar las preferencias; de las recomendadas por estos autores, se combinan las tarjetas de pago y la dicotómica o de elección discreta.

En las tarjetas de pago en el método de valoración contingente, el formato de la pregunta en cada entrevista se les indica que elijan la DAP a partir de una lista de valores predeterminados. En la forma dicotómica aplicada al MVC el formato de la pregunta se le asigna una cantidad predeterminada al individuo de manera directa: ¿Sí estaría dispuesto a cooperar cierta cantidad monetaria (\$) para que la situación del aire mejore?, que es en la forma que se eligió, en el sentido de que no exprese disposiciones a pagar superiores a su capacidad real, es decir, que su respuesta sea coherente de manera que la diferencia de su respuesta comparada con la estimada sea mínima, lo que puede significar una reducción del sesgo. Los valores predeterminados se establecieron en base al promedio de la DAP de la muestra piloto.

En caso de que la cantidad a cooperar no esté contemplada en la tarjeta de pago esta la opción de que se especifique el monto de la cooperación, esto siempre que la persona muestre una respuesta positiva, en caso de que fuera negativa, se le pide al encuestado cual es la razón de la negativa.

Por consiguiente se plantea la pregunta, para los encuestados que dieron una respuesta positiva, para que den su opinión acerca de quién cree que podría administrar el dinero captado para el fondo verde, donde ellos pueden elegir una de las siguientes opciones: gobierno federal (SEMARNAT), gobierno estatal (a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato), el municipio, alguna ONG; y ninguna de las opciones propuestas es considerada por el encuestado esta la iniciativa que el mismo entrevistado especifique que organismo lo puede administrar de acuerdo a su consideración.

La última pregunta va encaminada con el objetivo de tomar en consideración de la población el medio de recaudación del fondo, por medio de la verificación vehicular, recibo de pago de agua, de luz o que se especifique otro medio.

### **5.3. Métodos para la aplicación de encuestas**

Existen tres modalidades de entrevista: entrevista personal, por vía telefónica o enviar el cuestionario por correo. Las entrevistas personales presentan la ventaja de que permiten resolver dudas que puedan aparecer en el transcurso de la entrevista y, al mismo tiempo, permite dar una explicación extra sobre el tema en cuestión, de tal manera que ayude a comprender el tema, con esta forma se contribuye a reducir el sesgo del modelo.

Las preguntas estarán enfocadas en la obtención de información acerca de las características socioeconómicas de los entrevistados (educación, ingresos, tamaño de la familia y edad) para poder realizar un modelo econométrico.

### **5.4. Muestreo y cálculo del tamaño de la muestra**

Una fase importante de la valoración contingente consiste en la definición de la muestra. A menudo el tamaño de la población suele ser demasiado grande para ser entrevistada en su totalidad, se selecciona sólo una parte, que suele ser relativamente pequeña. El tamaño de la muestra viene dado por el grado de fiabilidad y ajuste que se desee para los valores que se vayan a obtener. El grado de fiabilidad y ajuste suele expresarse mediante el nivel de confianza, el margen de error y de la varianza de la población.

#### **5.4.1. Muestreo aleatorio simple (MAS)**

El muestreo aleatorio simple (MAS), es un método de selección de  $n$  unidades de una población de  $N$  unidades, de tal modo que cada una de las  ${}_N C_n$  muestras distintas, tengan la misma oportunidad de ser elegidas (Cochran, 1984).

Las unidades se enumeran de 1 a N, posteriormente se extrae una serie de n números aleatorios o mediante un programa de computación que produce una tabla semejante. En cada extracción, el proceso debe otorgar la misma oportunidad de selección a datos y a cada uno de los números que ya no hayan salido. Las unidades que llevan estos n números constituyen la muestra (Cochran, 1984).

Fácilmente se verifica que todas las  ${}_N C_n$  muestras distintas tiene la misma oportunidad de ser extraídas por este método. Considérese una muestra determinada, es decir, una colección de n unidades específicas (Cochran, 1984).

En la primera extracción, la probabilidad de que se seleccione una de esta n unidades es  $n/N$ . en la segunda, la probabilidad de que se extraiga una de las restantes (n-1) unidades específicas es  $(n-1)/(N-1)$ , y así sucesivamente, por lo tanto, la probabilidad de que se extraigan las n unidades específicas es:

$$\frac{n}{N} * \frac{(n-1)}{(N-1)} * \frac{(n-2)}{(N-2)} \dots \frac{1}{(N-n+1)} = \frac{n!(N-n)!}{(N)!} = \frac{1}{{}_N C_n}$$

Como en todas las extracciones subsecuentes se descarta un número extraído, este método también se llama método de muestreo aleatorio sin restitución. El muestreo con restitución es perfectamente factible: en cada extracción todos los N miembros de la población reciben la misma oportunidad de extracción, sin importar el número de veces que se extrajeron antes (Cochran, 1984).

El muestreo aleatorio simple es el esquema más simple de muestreo y en rigor es el que sirve de base para todos los demás. La selección de estas unidades de muestreo se hace extrayendo aleatoriamente una a una las unidades de la población. La mejor manera de lograr esta condición de aleatoriedad en la selección de la muestra es mediante el uso de las tablas de números aleatorios (Gómez, 1977).

De acuerdo con Gómez (1977) el muestreo aleatorio tiene las siguientes propiedades:

1. La probabilidad de selección para todas y cada una de las unidades de muestreo por elegir, es igual en cada etapa de extracción.
2. La probabilidad de que una unidad específica de la población sea seleccionada, en cualquier nivel de extracción, es igual a la probabilidad de ser seleccionada en la primera extracción, es decir, a:  $\frac{1}{N}$ .
3. La probabilidad de que una unidad cualquiera de la población sea incluida en la muestra, es igual a:  $\frac{n}{N}$ .
4. La probabilidad de selección de cada uno de los conjuntos de tamaño  $n$ , que constituyen muestras posibles, es igual a  $\frac{1}{C_n^N}$ .

#### 5.4.2. Tamaño de la muestra

Una fase importante de la valoración contingente consiste en la definición de la muestra. A menudo el tamaño de la población suele ser demasiado grande para ser entrevistada en su totalidad, se selecciona sólo una parte, que suele ser relativamente pequeña. El tamaño de la muestra viene dado por el grado de fiabilidad y ajuste que se desee para los valores que se vayan a obtener. El grado de fiabilidad y ajuste suele expresarse mediante el nivel de confianza, el margen de error y de la varianza de la población.

El tamaño de la muestra se representa con la letra  $n$ , la cual es está sujeto al índice de confianza, al valor de la varianza, y del límite de error de muestreo, precisión deseada (error estándar).

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2}{d^2}$$

Donde:

**n** = tamaño de la muestra

**Z<sup>2</sup>** = es el nivel de confianza, que para este estudio se está manejando que sea de un 95%, por lo tanto el valor de Z es igual a 1.96

**σ<sup>2</sup>** = varianza de la muestra piloto

**d<sup>2</sup>** = límite de error de muestreo, nivel de precisión deseada u error estándar

Si la varianza de la población es desconocida (Gómez, 1977), que es lo que más frecuente en la práctica, no es posible encontrar una fórmula. Por lo que se utilizó el siguiente procedimiento: Se realizó una muestra piloto de 22 personas, con ella se estimó la varianza poblacional (σ<sup>2</sup>) la cual fue de 1579.290476 y con este valor se evalúa en la fórmula (anteriormente mostrada), sustituyendo (σ<sup>2</sup>) por su estimación (s<sup>2</sup>).

En la fórmula también se debe sustituir el valor de Z, el cual se determina a partir del índice de confianza de la muestra, por lo que se procede a las tablas de probabilidades acumuladas (se utilizaron las de Infante y Zarate, 2003), de la distribución normal estándar, la tabla da el área a la izquierda de un valor de Z o

sea  $\int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} dt$ , el valor de Z, es el siguiente :

$$\alpha = 0.05 \rightarrow 1$$

$$1 - \alpha = 0.95 \rightarrow 2$$

$$1 - \frac{\alpha}{2} = 0.975 \rightarrow 3$$

$$Z = 1.96 \rightarrow 4$$

$$n = 100 \text{ encuestas}$$

La muestra calculada para el municipio de Irapuato es de n= 100, las cuales de aplicaran a la población objetivo, para que de esta manera se pueda llevar a cabo la valoración económica del aire en el municipio.

La población objetivo fueron los usuarios mayores de 18 años que pudieran tener conciencia de la contaminación ambiental que aqueja últimamente a toda población. A cada cuestionario se le asignó un número aleatorio de la cantidad

monetaria a preguntar para que el entrevistador no tenga sesgos a la hora de hacer la entrevista con los entrevistados.

## 5.5. Modelación

Se aplica el modelo general logístico para esta investigación, el cuál es resuelto en el programa NLogit. El Modelo general logístico se presenta a continuación:

$$DAP = - \frac{\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6}{\beta_{precio}}$$

Donde:

DAP = Disponibilidad a pagar

$X_1$  = enfermedades

$X_2$  = edad

$X_3$  = escolaridad

$X_4$  = estado civil

$X_5$  = ingreso

$X_6$  = dependientes económicos

### 5.5.1. Pasos para la modelación en el programa Nlogit

A continuación se describen los pasos que se siguieron en el programa NLogit para obtener el modelo con las variables ya arriba mencionadas las cuales se tomaron de las encuestas realizadas a los usuarios.

Se entra al programa NLogit para la realización del modelo, Se va a la barra de herramientas, después se entra a “File” y de ahí se da click en “New” para formar un archivo nuevo, esto también se puede conseguir utilizando el comando “Ctrl+N”. Ya estando en “New” se entra en “Project” y se da click en aceptar para empezar a formar nuestro modelo.

Para formar nuestro modelo se tiene primero que obtener la matriz, para esto tenemos que importar las variables, entonces se va a la barra de herramientas en “Project”, de ahí a “import” después “variables”.

Al dar al programa las indicaciones anteriores, automáticamente el programa busca el archivo de la matriz de Excel con los datos recabados en la encuesta a los usuarios, se selecciona el archivo y se da abrir. Ahí automáticamente la matriz aparecerá en el programa NLogit.

Ya con la matriz hecha se busca en la barra de herramientas “Model” de ahí se va a “data description” después a “descriptive statistics”, para ver las variables descriptivas que aparecerán en el modelo.

Después de obtener las estadísticas descriptivas se va a la barra de herramientas a “Model”, de ahí “Binary Choice” y después “Logit” y se pasan para el lado izquierdo las seis variables incluidas en el modelo más “ONE” excepto DAP.

De ahí se llega a “Options” y se marca “Display Marginal Effects”, se da “Run” y así se está corriendo el modelo.

**Cuadro 6. Identificación de variables para el Método de Valoración Contingente**

<b>Variable</b>	<b>Representación</b>	<b>Explicación</b>	<b>Cuantificación</b>
DAP	Probabilidad a decir SI	variable dependiente binaria que representa la probabilidad de responder SI a la pregunta de disponibilidad a pagar.	1= Si el entrevistado responde positivamente a la pregunta DAP, 0= si responde negativamente
PAGO	Pago	precio hipotético a pagar asignado aleatoriamente	Número entero asignado aleatoriamente
ENFER	Presencia de Enfermedades	Si el entrevistado o algún familiar ha presentado alguna enfermedad respiratoria a causa de la contaminación	1= Si el entrevistado o algún familiar han presentado alguna enfermedad; 0= si no han presentado ninguna enfermedad
EDAD	Edad de los entrevistados	Años cumplidos	Número entero preguntado mediante la encuesta al entrevistado
ESCOLAR	Escolaridad de los entrevistados	Nivel escolar a partir de la primaria	5=Universidad, 4= Carrera Tecnica; 3=Preparatoria; 2=Secundaria; 1=Primaria; 0=Ninguno
ECIVIL	Estado Civil	Estado Civil de los actuales entrevistados	1= Si es casado o en unión libre; 0= si es soltero
ING	Ingreso Mensual	Ingreso mensual percibido	4= más de \$ 20,000; 3= \$15,000 - \$20,000; 2= \$10,000 - \$15,000; 1= \$5,000 - \$10,000; 0= menos de \$5,000
DEPECN	Dependientes Económicos	Si el entrevistado cuenta con alguna persona a cuál mantenga económicamente	Número entero preguntado mediante la encuesta al entrevistado

Fuente: elaboración propia

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este apartado se desarrolla en dos partes, la primera aborda los aspectos relativos al perfil de los entrevistados. En la segunda parte se analizan los resultados econométricos.

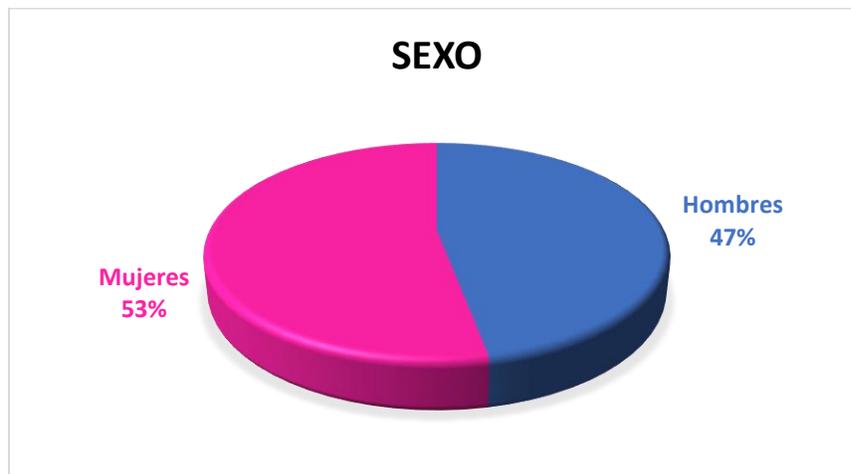
### 6.1. Perfil de los encuestados

El perfil de los encuestados incluye aspectos relativos, al sexo, edad, escolaridad, empleo, ingreso, percepción ambiental, donde se incluye el agua, aire, suelo y manejo de residuos sólidos.

#### 6.1.1. Sexo

El 53% de los encuestados fueron mujeres y el 47% hombres. Este resultado permite conocer de manera equitativa la opinión de la población.

**Figura 10. Sexo de los Entrevistados**

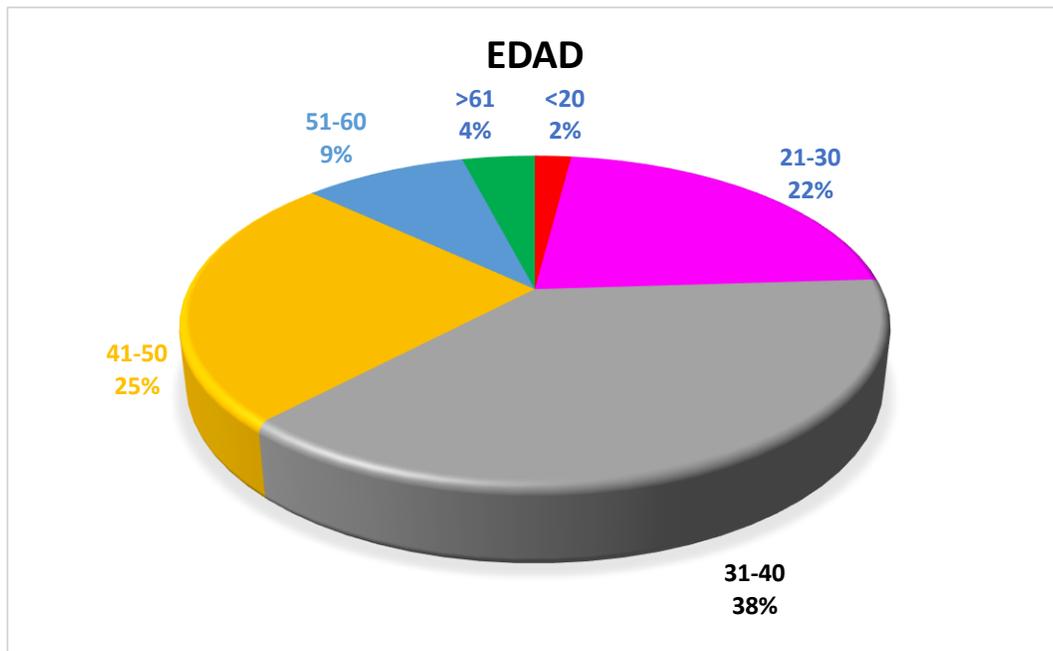


Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta

### 6.1.2. Edad

En consideración de la edad de los entrevistados, resultó una edad promedio de 39 años, una edad donde la mayor parte de la población se encuentra económicamente activa. La edad mayor fue de 70 años y la menor de 19 años, esto porque se buscó entrevistar a personas que tuvieran conocimiento del estado ambiental en el que se encuentra el municipio de Irapuato.

**Figura 13. Rango de edad de los entrevistados**

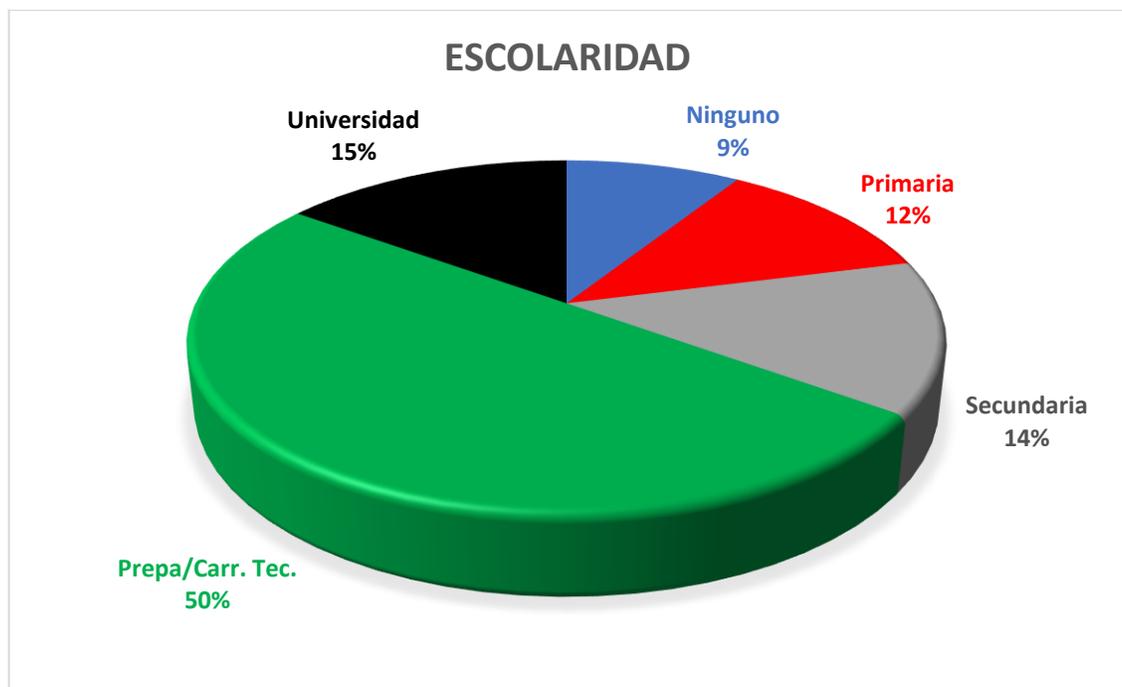


Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta

### 6.1.3. Escolaridad

En relación con el nivel de escolaridad de los entrevistados, la escolaridad máxima es para las personas que cuentan con un posgrado y la mínima para las personas que tienen escolaridad cero. La mayor frecuencia se encuentra en la preparatoria o carrera técnica donde está el 50% de los entrevistados lo que ayuda, ya que se tiene un conocimiento sobre los problemas ambientales que sufre el municipio, después está la universidad con 15%, la secundaria con 14% y la primaria con 12% y solo el 9% de los entrevistados comentó no haber estudiado.

Figura 16. Nivel de estudios de los entrevistados de la muestra.



Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta

#### 6.1.4. Sector de empleo

De las personas entrevistadas el 33% comentó ser empleado, tanto del sector privado o del sector público. Le sigue en orden del campo laboral las personas dedicadas a la agricultura y ganadería con un 19%; enseguida con un 14%, las personas con negocio propio y las dedicadas a la Industria respectivamente, con un 12% están las personas que trabajan en las agroindustrias y finalmente con un 6% aquellas personas que están dedicadas al trabajo de servicios, como: educación, salud, gobierno, etc.

**Figura 19. Ocupación de los entrevistados.**

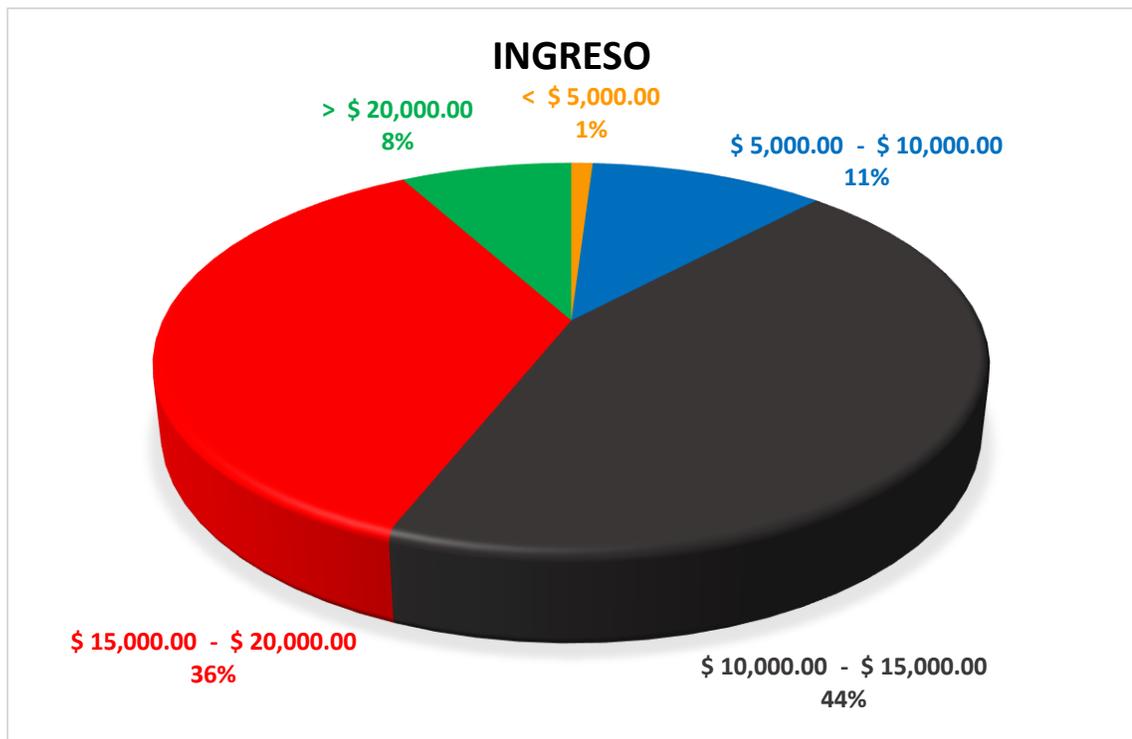


Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

### 6.1.5. Ingreso

Dentro de la pregunta de ingreso a los habitantes del municipio de Irapuato se establecieron rangos; el rango mayor de ingreso se tuvo en más de \$20,000 con un 8% de los entrevistados y el menor fue de menos de \$5,000 con el 1%; el rango donde hay más entrevistados es el que se encuentra entre \$10,000 a \$15,000 con un 44%, el siguiente en importancia se encuentra entre \$15,000 a \$20,000 con un 36% de la población, y por ultimo con 11% se encuentran el rango entre \$ 5,000 a \$10,000.

**Figura 22. Rangos de ingreso de los entrevistados.**



Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

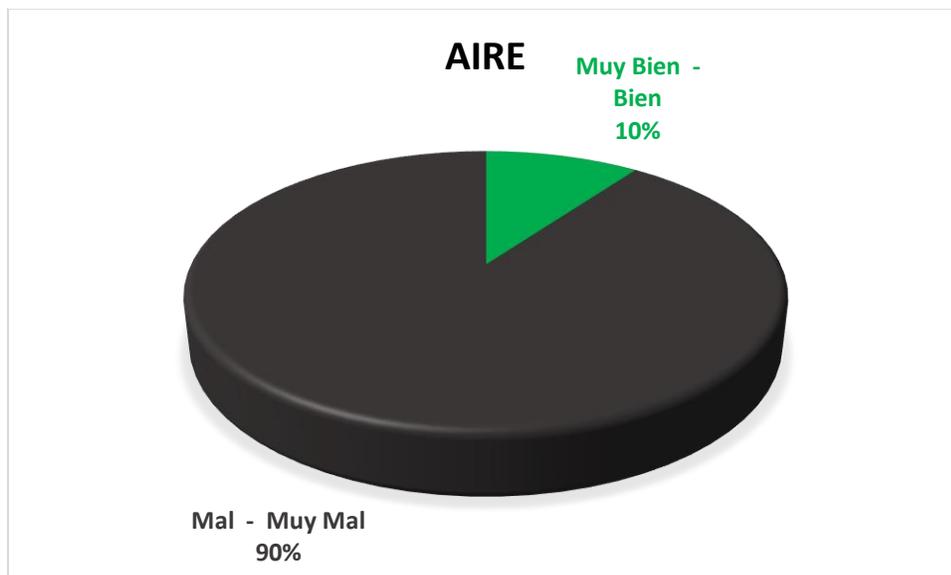
## 6.2. Percepción ambiental de la población de Irapuato, Guanajuato

En esta sección de la encuesta se consulta sobre la percepción de la calidad de los servicios ambientales como el agua, aire, suelo así como el manejo de residuos sólidos.

### 6.2.1. Aire

Dentro del análisis de la percepción medioambiental, el recurso aire se puede decir que tiene problemas de concentración de gases de efecto invernadero, donde el 90% de la población encuestada manifestó que el aire ya no es de calidad para la salud humana, debido a la intensa actividad de la refinería y la termoeléctrica, en contraste el 10% considera que la calidad del ambiente es buena para la salud, esto se ve apreciado en la figura 11.

**Figura 25. Percepción de la calidad del aire en Irapuato.**

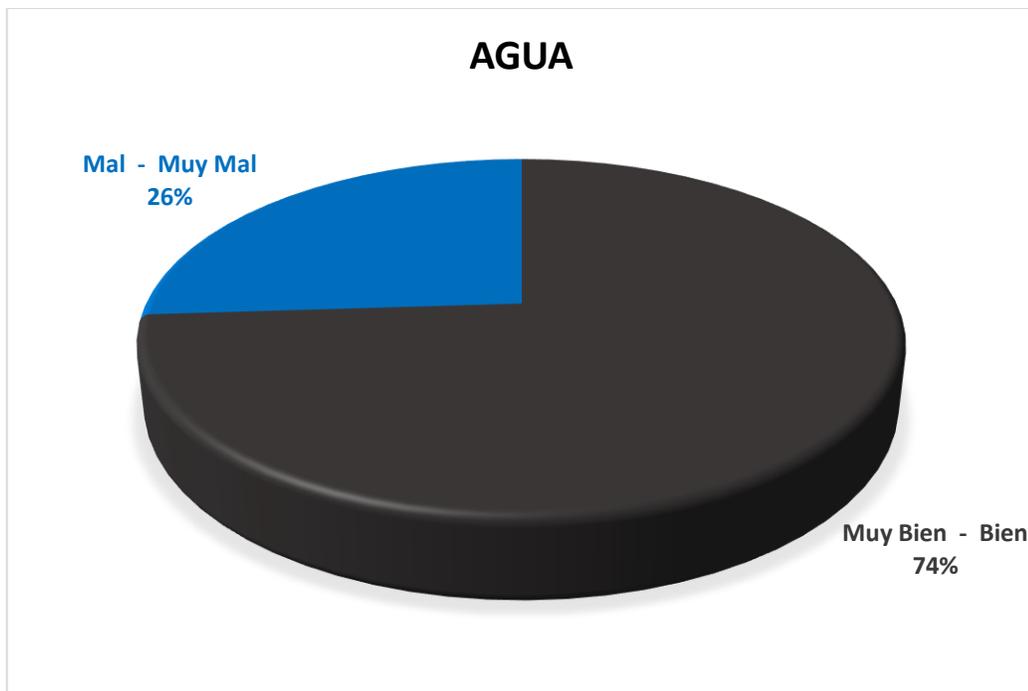


Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

### 6.2.2. Agua

En la información recabada en la base de datos, para el caso del agua se observa en la figura 12 que el 74% de la muestra encuestada considera que la calidad del agua es buena, mientras que el 26% considera que el agua ya no es de una calidad apta para consumo directo o para su uso.

**Figura 28. Percepción de la calidad del agua en Irapuato.**

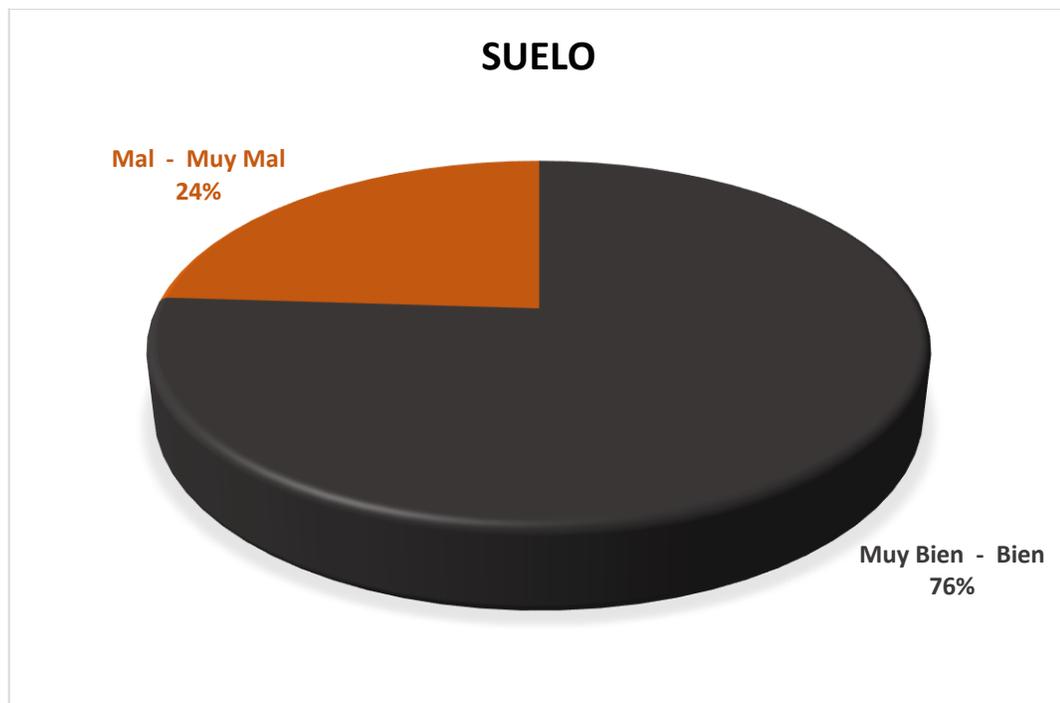


Fuente: elaboración propia con datos de encuesta

### 6.2.3. Suelo

Según la figura 13, el 76% de la población encuestada considera que el suelo de Irapuato presenta problemas de erosión y contaminación derivados de la agricultura y la pérdida de la cobertura vegetal, la cual hace que la superficie este más susceptible a los fenómenos atmosféricos y tan solo el 24% considera que las condiciones del suelo son apropiadas en su región.

**Figura 31. Percepción de la calidad del suelo en Irapuato.**



Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

#### 6.2.4. Manejo de residuos sólidos

Se le preguntó a la población sobre el manejo por parte del municipio con respecto a los residuos sólidos, donde el 92% consideró que el manejo que se le da es de muy mala calidad, lo que afecta la salud de la población, así como el aspecto de la ciudad por tanta basura acumulada en las poblaciones y solo el 8% consideró que el manejo por parte del municipio es el adecuado.

**Figura 34. Percepción del manejo de residuos sólidos en Irapuato.**

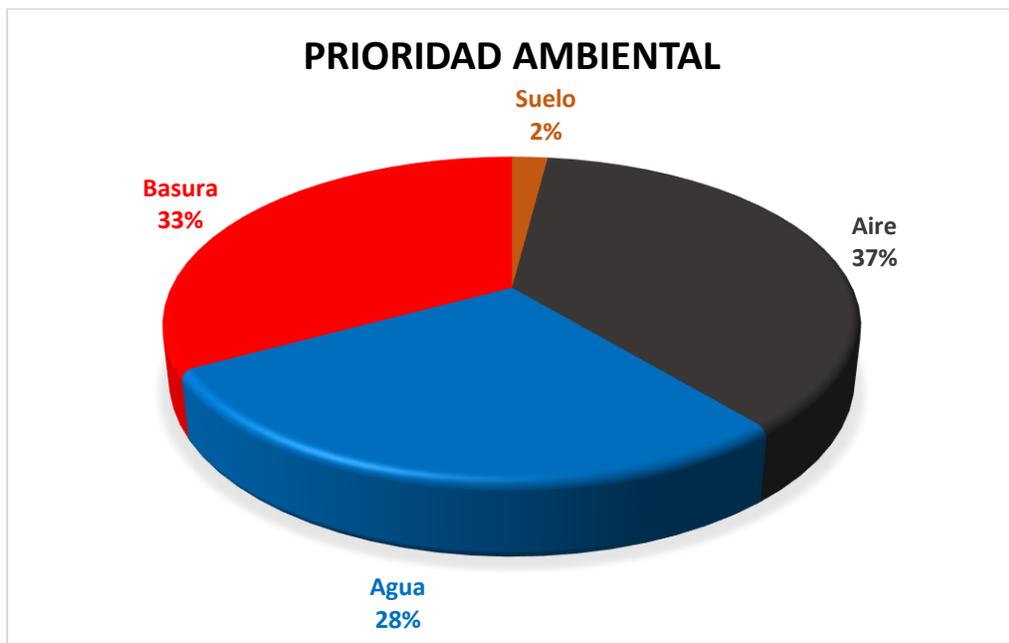


Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

### 6.2.5. Prioridad ambiental de la población de Irapuato, Guanajuato.

En este apartado de la encuesta, se busca información desde la perspectiva de los entrevistados el grado de importancia con relación a la contaminación del medio ambiente considerando cuatro aspectos: agua, aire, suelo y manejo de la basura en el municipio; teniendo como resultado que un 37% es muy importante el factor Aire, seguido con un 33% el manejo de la basura, un 28% la contaminación del agua y finalmente con un 2% la contaminación del suelo.

Figura 37. Prioridad ambiental de la población de Irapuato.



Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

### 6.3. Modelo estadístico

En muchas situaciones, el fenómeno en estudio no es continuo, sino discreto. Por ejemplo, cuando queremos modelar la decisión sobre si se hace una compra o no. En este caso, estudios sugieren que factores como la educación, la edad, el número de hijos y ciertas características económicas y sociales, que podrían ser relevantes para explicar si un individuo jefe de hogar está más afecto a adquirir algo o no.

A continuación se analiza un modelo de respuesta cualitativa, debido a que su variable dependiente es discreta, es decir puede tomar valores como "no" o "sí" que pueden ser codificados como "0" ó "1", para representar los resultados cualitativos respectivos.

#### Cuadro 7. Variables

Todos los resultados se basan en observaciones no faltantes.

Variable	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Casos	Faltantes
<b>PRENF</b>	0.310000	0.464823	0.000000	1.000000	100	0
<b>EDAD</b>	38.84	10.6427	19.0000	70.0000	100	0
<b>ESCOLAR</b>	2.88000	1.50608	0.000000	5.00000	100	0
<b>CIVIL</b>	0.870000	0.337998	0.000000	1.00000	100	0
<b>ING</b>	2.39000	0.827495	0.000000	4.00000	100	0
<b>DEPENC</b>	2.06000	1.13547	0.000000	4.00000	100	0
<b>PAGO</b>	27.5000	5.61833	20.0000	35.0000	100	0

Fuente: elaboración propia con datos de encuesta, programa NLogit.

### 6.3.1. Pruebas y criterios de decisión del modelo Log.

**Cuadro 8. Indicador McFadden o pseudo R<sup>2</sup>**

Binario Logit Modelo para Binary Choice	
Estimaciones de Máxima Verosimilitud	
Modelo estimado: 17 de mayo de 2019 a 02:37:38AM.	
Variable Dependiente	DAP
Variable de Ponderación	Ninguno
Numero de observaciones	100
Iteraciones completadas	6
Función de probabilidad de registro	-47.63448
Número de parámetros	8
Información. Criterio: AIC =	1.11269
Muestra finita: AIC =	1.12851
Información. Criterio: BIC =	1.32110
Información. Criterio: HQIC =	1.19704
La probabilidad de registro restringido	-63.41786
McFadden Pseudo R-cuadrado	0.2488791
Chi cuadrado	31.56676
Grados de Libertad	7
Prob[ChiSq > valor] =	4.885588E-05
Hosmer-Lemeshow Chi cuadrado =	40.76856
Valor P = 0.00000 con deg.fr. =	6

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

### 6.3.2. Análisis estadístico

Prueba de Ajuste. En el presente trabajo se obtuvo un indicador de McFadden o pseudo R<sup>2</sup> de 0.2488791, lo que representa un ajuste aceptable de acuerdo con el modelo que se está trabajando (Stock, 2012).

La Pseudo R<sup>2</sup> ajustada toma en cuenta las funciones de verosimilitud no restringida que es de -47.63448 y la restringida -63.41786 tal como se muestra:

$$Pseudo R^2 = 1 - \frac{LnL}{LnL_r}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior se tiene:

$$Pseudo R^2 = 1 - \frac{47.63448}{63.41786} = 0.2488791$$

Por lo tanto se concluye que el modelo tiene un buen nivel de ajuste.

Prueba de Dependencia. Dentro del análisis estadístico se busca obtener la prueba de dependencia para lo cual se utilizan también la verosimilitud restringida y la no restringida y se obtiene a partir de la fórmula siguiente:

$$LR = -2[LnL_r - LnL]$$

Sustituyendo valores quedaría:

$$LR = -2(-63.41786 - (-47.63448))$$

Obteniendo así la prueba de dependencia para el modelo:

$$LR = 31.56676$$

Valor aceptable para los modelos de este tipo, por lo que este modelo tiene una prueba de dependencia aceptable. La P. value de Chi cuadrada es de 0.00004, por lo que se concluye que este valor es significativo para este modelo.

### Cuadro 9. Pruebas de Relevancia.

Variable	Coficiente	Error estándar	b/St.Er.	P[ Z >z]	Media de X
<b>Características en el numerador de prob [Y = 1]</b>					
Constante	6.27381438	2.18207752	2.875	0.0040	
PRENF	0.63503825	0.64491387	0.985	0.3248	0.31000000
EDAD	-0.05483822	0.03000059	-1.828	0.0676	38.8400000
ESCOLAR	0.29859769	0.18619579	1.604	0.1088	2.88000000
ECIVIL	1.66620056	1.18378981	1.408	0.1593	0.87000000
ING	0.43869435	0.35825394	1.225	0.2208	2.39000000
DEPENC	-0.40790937	0.35481851	-1.150	0.2503	2.06000000
PAGO	-0.21089835	0.05316453	-3.967	0.0001	27.5000000

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

Prueba de Relevancia. Para la evaluación con las pruebas individuales la variable que resultó significativa en términos estadísticos fue el pago, el cual tuvo un valor de 0.0001, la siguiente en importancia es la edad con 0.0676 (Cuadro 9).

**Cuadro 10. Estadísticas de información para el modelo de elección discreta**

Estadísticas de información para el modelo de elección discreta.								
	M =			MC = Solo			M0 = Sin	
	Modelo			Constantes			Modelo	
Criterio F ( <i>Log l</i> )	-47.63448			-63.41786			-69.31472	
LR Estadística vs MC	31.56676			0.00000			0.00000	
Grados de libertad	7.00000			0.00000			0.00000	
Valor de Prob. para LR	0.00005			0.00000			0.00000	
Entropía para probs.	47.63448			63.41786			69.31472	
Entropía normalizada	0.68722			0.91493			1.00000	
Proporción de entropía Stat.	43.36047			11.79371			0.00000	
Bayes Información Criterio	1.27505			1.59072			1.70866	
BIC (sin modelo) - BIC	0.4336			0.11794			0.00000	
Pseudo R cuadrada	0.24888			0.00000			0.00000	
Pct. correcto pred.	75.00000			0.00000			50.00000	
Medias:	y = 0	y = 1	y = 2	y = 3	y = 4	y = 5	y = 6	y > = 7
Resultado	0.3300	0.6700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pred.Pr	0.3300	0.6700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Notas: entropía calculada como $\sum (i) \text{ Sum } (j) \text{ Pfit } (i, j) * \log \text{Pfit } (i, j)$ .								
La entropía normalizada se calcula en M0.								
La estadística de relación de entropía se calcula contra M0.								
BIC = 2 * criterio-registro (N) * grados de libertad.								
Si el modelo solo tiene constantes o si no tiene constantes, las estadísticas notificadas aquí no son utilizables.								

Derivados parciales de probabilidades con respecto al vector de las características.  
Se calculan a los medios de las Xs.  
Las observaciones utilizadas son todas Obs.

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

**Cuadro 11. Valores estadísticos de las variables.**

Variable	Coefficiente	Error Estándar	b/St.Er.	P[ Z >z]	Elasticidad
Efecto marginal por variable en probabilidad					
Constante	1.19963392	0.38305973	3.132	0.0017	
El efecto marginal para la variable ficticia es $P   1 - P   0$ .					
PRENF	0.11405782	0.10594907	1.077	0.2817	0.04762263
EDAD	-0.01048577	0.00559608	-1.874	0.061	-0.54853737
ESCOLAR	0.05709572	0.03576821	1.596	0.1104	0.22147392
El efecto marginal para la variable ficticia es $P   1 - P   0$ .					
ECIVIL	0.37814091	0.27087930	1.396	0.1627	0.44309770
ING	0.08388400	0.06731780	1.246	0.2127	0.27002476
DEPENC	-0.07799751	0.06627378	-1.177	0.2392	-0.21640862
PAGO	-0.04032647	0.00935786	-4.309	0.0000	-1.49365234

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

### Efectos marginales

Conocer los efectos marginales de cada variable que interviene en el modelo logit propuesto, no es una tarea fácil, ya que los valores de los coeficientes no pueden ser interpretados de forma directa sobre la variable dependiente, como se realiza en las estimaciones de regresión lineal. Por tanto, en lugar de conocer el efecto marginal de una variable independiente sobre la variable dependiente, se conoce el efecto marginal de la variable sobre la probabilidad real de ocurrencia de un evento. En el cuadro 12, se presentan los resultados arrojados por el programa NLOGIT, respecto a los efectos marginales de cada variable que interviene en el modelo.

**Cuadro 12. Efectos marginales.**

Efectos marginales para	
Variable	Todas las Obs.
ONE	1.19963
PRENF	0.11406
EDAD	-0.01049
ESCOLAR	0.05710
ECIVIL	0.37814

ING	0.08388
DEPENC	-0.07800
PAGO	-0.04033

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

Los resultados de efectos marginales presentados en el cuadro anterior muestran el cambio porcentual en la probabilidad por un cambio unitario en la variable explicativa, recordemos que el signo que acompañe a dichos valores indica la dirección del efecto generado de cada variable.

Para conocer dichos cambios se obtuvieron los respectivos antilogaritmos de los coeficientes de cada variable y con la finalidad de realizar un análisis en términos porcentuales, se restó uno del antilogaritmo y el resultado fue multiplicado por 100.

El efecto marginal obtenido para la variable PAGO (precio estimado), según el programa NLOGIT fue de -0.04033 y al aplicar el antilogaritmo (se obtuvo un valor de 0.960472, que al restar uno y multiplicar por 100 resulto un cambio porcentual de -3.952756%, lo cual se interpreta como; al aumentar la cuota de pago en una unidad (*ceteris paribus*) se genera una reducción de 3.952756% en la probabilidad de que acepte el pago.

La variable PRENF arrojó un efecto marginal de 0.11406, al obtener su antilogaritmo ( $e^{0.11406}$ ) resultó un valor de 1.120819, al restar uno y multiplicar por 100, resulta una probabilidad de cambio porcentual de 12.08%, que al interpretar indica que cuando la variable ING aumenta en una unidad (*ceteris paribus*) la probabilidad de DAP para el pago aumenta en 12.08%.

La variable de EDAD (al aplicar antilogaritmo al valor obtenido de 0.989564, restar uno y multiplicar por 100) mostró un cambio inverso de -1.043517%, es decir que cuando la variable edad aumenta en una unidad, la probabilidad de aceptar la DAP disminuye en un 1.043517%.

La variable escolaridad (ESCOLAR), mostró que cuando varía en una unidad, la probabilidad de decir sí a la pregunta de disposición de pago aumenta en un 5.876168%, mostrando así su relación directa entre la variable escolaridad y la aceptación de la DAP.

La variable de estado civil (ECIVIL), por su parte con el valor de efecto marginal de 0.037814 arrojado, se realizó la estimación como en los casos anteriores y se obtuvo que cuando la variable estado civil aumentaba en una unidad, la probabilidad de decir si a la pregunta de DAP incrementaba en un 45.956726%.

La variable ING (ingreso) arrojó un efecto marginal de 0.08388, al obtener su antilogaritmo ( $e^{0.08388}$ ) resultó un valor de 1.087498, al restar uno y multiplicar por 100, resulta una probabilidad de cambio porcentual de 8.749838%, que al interpretar indica que cuando la variable ING aumenta en una unidad (*ceteris paribus*) la probabilidad de DAP aumenta en 8.75%.

La variable DEPENC (dependientes económicos), muestra una relación inversa, ya que cuando esta variable se incrementa en una unidad, la probabilidad de decir sí a la pregunta de DAP disminuye en un 7.50%.

Como se puede notar en el análisis anterior, las variables EDAD Y DEPENC arrojaron un signo negativo, lo cual indica una relación inversa entre dichas variables y la probabilidad de obtener una respuesta afirmativa a la pregunta de DAP. Por su parte, las variables PRENF, ESCOLAR, ECIVIL, ING muestran una relación directa de cambios con la probabilidad de respuesta positiva, ya que al aumentar en una unidad cualquiera de estas variables, genera un cambio (aumento) en la probabilidad de respuesta sí. De manera general se observa la poca sensibilidad ante cambios unitarios de las variables respecto a la probabilidad de pago.

### **Criterio de información Akaike (AIC)**

Sirve para comparar la bondad del ajuste entre dos modelos; el criterio para la elección entre distintos modelos se fundamenta en el valor estimado del estadístico. Se selecciona aquel modelo que presenta un estadístico AIC menor (Cabrer, 2001).

### **Criterio de información Schwarz**

Sirve para comparar la bondad del ajuste entre modelos alternativos. El estadístico Schwarz penaliza la forma explícita el tamaño de la muestra. Este criterio de elección de un modelo entre varios alternativos se fundamenta en el valor estimado del estadístico. Se selecciona aquel modelo que presenta un estadístico Schwarz menor (Cabrer, 2001).

**Cuadro 13. Pruebas de bondad.**

Medidas de ajuste para el modelo binomial Choice Modelo logit para la variable DAP		
Proporciones	P0 = 0.330000	P1 = 0.670000
N = 100	N0 = 33	N1 = 67
LogL = -47.634		LogL0 = -63.418
Estrella = $1 - (L/L0)^{-2L0/n} = 0.30441$		
Efron	McFadden	Ben./Lerman
0.27828	0.24888	0.68358
Cramer	Veall/Zim	Rsqr ML
0.28444	0.4291	0.2707
Información	Akaike I. C.	Schwarz I. C.
Criterios	1.11269	1.32110

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

### **Cuadro 14. Predicciones de modelos.**

Análisis de las predicciones de modelos de opciones binarias basadas en Threshold = 0. 5000

Predicción de éxito

Sensibilidad = 1s reales pronosticados correctamente	85.075%
Especificidad = 0s reales pronosticados correctamente	54.545%
Valor predictivo positivo = 1s pronosticados que eran 1s reales	79.167%
Valor predictivo negativo = los 0s previstos que fueron 0s reales	64.286%
Predicción correcta = 1s reales y 0s pronosticados correctamente	75.000%
Error de predicción	
Falso pos. para verdadero neg. = 0s reales pronosticados como 1s	45.455%
Falso neg. para el verdadero pos. = 1s real pronosticado como 0s	14.925%
False pos. para pos. = pronosticados 1s reales 0s	20.833%
Falso neg. para el NEG pronosticado = los 1s reales previstos 0s	35.714%
Predicciones falsas = 1s reales y 0s pronosticadas incorrectamente	25.000%

Fuente: elaboración propia con resultados, programa NLogit

El modelo tiene un porcentaje de predicción de 75%, el cual puede tomarse como apropiado por ser un modelo económico aplicado al medio ambiente.

#### **6.3.3. Disposición a pagar o variación compensatoria**

Para la obtención de la DAP se utilizaron las variables más significativas encontradas en el modelo, las cuales fueron precio, edad, escolaridad, estado civil, ingreso y dependientes económicos y se desecharon sexo, ocupación, tamaño familiar y servicios médicos.

La DAP promedio que fue registrada en este trabajo es de \$32.50 obteniendo una DAP mínima de \$23.00 y una DAP máxima de \$45.50, considerando un número de 121 mil 028 viviendas habitadas se podría obtener ingresos anuales de alrededor de los \$47, 200, 920.00 de contribución para el mejoramiento de la calidad del aire.

### 6.3.4. Disposición a pagar por ingreso

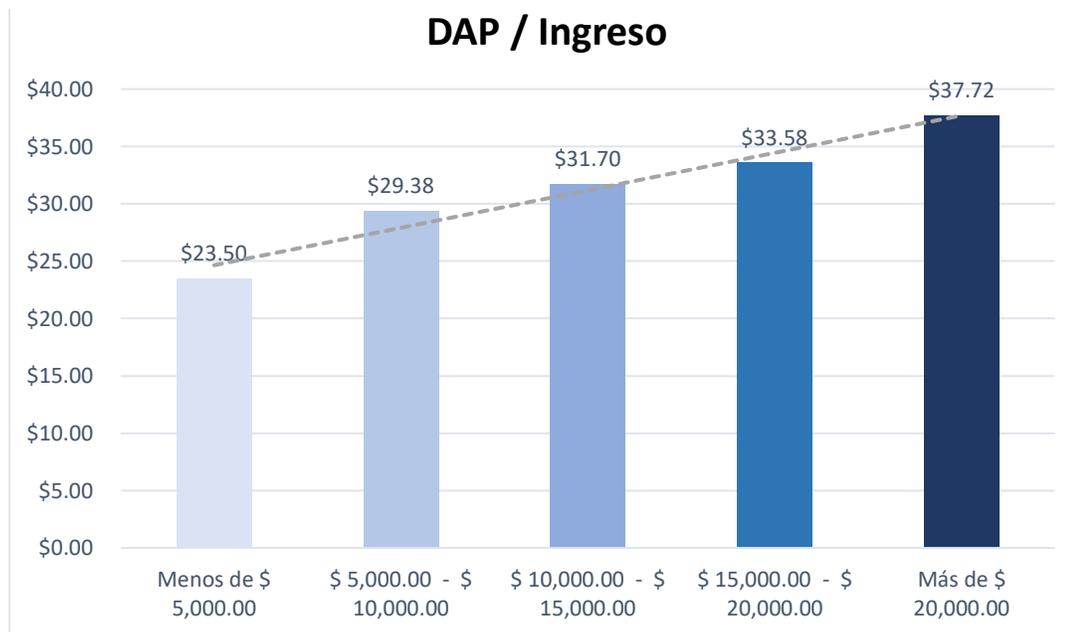
Dados los resultados obtenidos en la encuesta realizada, se hizo una separación en cuanto el ingreso de los encuestados, para saber la Disponibilidad a Pagar (DAP) de acuerdo con el ingreso mensual que perciben.

**Cuadro 15. DAP de acuerdo con el nivel de ingreso**

Ingreso ( \$ )	DAP ( \$ )
Menos de 5,000.00	23.50
5,000.00 - 10,000.00	29.38
10,000.00 - 15,000.00	31.70
15,000.00 - 20,000.00	33.58
Más de 20,000.00	37.72

Fuente: elaboración propia

**Figura 40. DAP / ingreso**



Fuente: elaboración propia

### 6.3.5. Disponibilidad a pagar por escolaridad

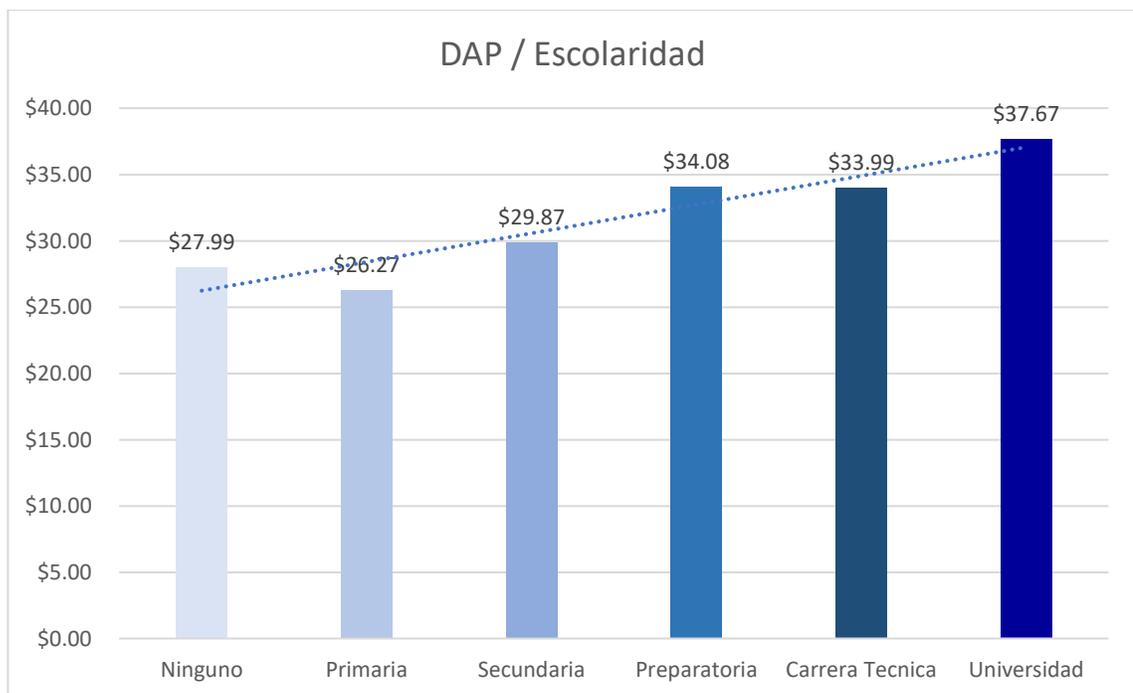
En el cuadro lo que se presenta es la disposición a pagar de acuerdo con su grado escolar.

**Cuadro 16. DAP de acuerdo con el grado escolar**

Escolaridad	DAP ( \$ )
Ninguno	27.99
Primaria	26.27
Secundaria	29.87
Preparatoria	34.08
Carrera Tecnica	33.99
Universidad	37.67

Fuente: elaboración propia

**Figura 43. DAP / escolaridad**



Fuente: elaboración propia

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

Este estudio permitió conocer los problemas en cuanto a la calidad ambiental que percibe la población en el municipio de Irapuato, Guanajuato principalmente en la calidad del aire.

Con el modelo empleado en esta investigación, se pudo estimar el valor económico para un mejoramiento en el medio ambiente en el municipio de Irapuato, Guanajuato, donde la DAP estimada es de \$32.50 mensuales por unidad familiar, que multiplicados por el número de familias que hay en el municipio da un ingreso anual de \$47, 200, 920.00 de contribución para el mejoramiento de la calidad del aire, lo que significa que es un recurso considerable para la realización de proyectos que ayuden a mitigar la problemática de la contaminación del aire del municipio; ya que el 90% de la población encuestada manifiesta que la calidad del medio ambiente ya está deteriorándose y poniendo en riesgo la salud humana.

Las variables que afectaron de manera positiva fueron conocimiento de enfermedades, escolaridad, estado civil e ingreso, ya que tienen una relación directa con la DAP y al aumentar una unidad de estas variables genera un cambio en la cuota a pagar y las que afectaron de manera negativa fue la edad y los dependientes económicos, donde se ve una relación inversa con la DAP.

Una parte de esta problemática es causada por fuentes fijas como empresas que se dedican a la fabricación y diseño de artículos metálicos, elaboración de productos derivados del petróleo y carbón, mientras que otra parte es causada por fuentes de área como combustión industrial, gas natural, gas L.P., uso de solventes, pintura para señalización vial, pintura automotriz, combustión residencial, lavado en seco, aplicación de asfalto, recubrimiento de superficies industriales y recubrimiento de superficies arquitectónicas; teniendo un control

sobre estas actividades beneficiarían al municipio ya que disminuiría los principales contaminantes que afectan la calidad del aire del municipio.

Estimar el valor económico de la calidad ambiental no es tarea sencilla, ya que en la valoración de un bien o servicio se ven implicados múltiples valores de uso y no uso, los cuales reflejan el valor total o real del bien o servicio en cuestión.

## **7.2. Recomendaciones**

En este tipo de trabajos de investigación, es necesario contar la ayuda de las autoridades municipales para facilitar la obtención de información y realizar proyectos que ayuden a mejorar la calidad ambiental de la ciudad y con ello poder establecer una contribución por parte de la sociedad para realizar dichas mejoras al ambiente.

Es importante considerar que el mejoramiento de la calidad del aire requiere de un esfuerzo integrado de todos los sectores de la economía y la sociedad que deberá estar basado en responsabilidades compartidas y de cooperación entre los diferentes órdenes de gobierno, cámaras, asociaciones, organizaciones e intereses involucrados; además es necesario considerar un proceso de aprendizaje, compartiendo experiencias, educación, capacitación profesional, trabajo interdisciplinario, participación comunitaria, mecanismos educativos innovadores y el fortalecimiento de la cultura ambiental. La Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT) del Estado de Guanajuato, debe de diseñar estrategias para tratar de disminuir los niveles de las Partículas Menores a 10 Micras (PM10), debido a que con las series de medidas contempladas en el programa ProAires. Por otra parte, el Municipio de Irapuato a través de la SMAOT debe implementar más publicidad de los programas y proyectos que desarrollan, porque la mayor parte de la población los desconoce.

## 8. LITERATURA CITADA

AZDULBAKI B., E. Gunes and W. J. Florowski. (2008). Willingness to pay for potable water in the Southeastern Turkey: An application of both State and Revealed Preferences Valuation Method. Ag Economics Search; Research in Agricultural and Applied meeting, February 2-6, Dallas, Texas.

AZQUETA et al. (2007). Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw Hill. Madrid.

BARZEV, Rado, (2004). Guía práctica para la evaluación económica de prácticas productivas sostenibles. San Salvador : Proyecto Establecimiento de un Programa para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Vol. 13.

BISHOP, Richard C. & Heberlein Thomas A. (1979). "Measuring Values of Extramarket Goods: Are Indirect Measures Biased?" American Journal of Agricultural Economics, vol. 61: 926-930.

BURTRAW D, Krupnick A, Palmer K, Paul A, Toman M., and Cary Bloyd (2001). Ancillary Benefits of Reduced Air Pollution in the United States from Moderate Greenhouse Gas Mitigation Policies in the Electricity Sector. Resources for the Future.

CEAG (2000). Sistema de Información Geográfica Agropecuaria y Rural: Estudios Hidrogeológicos y Modelos Matemáticos de los Acuíferos del estado de Guanajuato.

COCHRAN, William G. (1984). Técnicas de muestreo. Editorial Continental S.A. de C.V. México, pp. 41-46.

CRISTECHE, E., & Penna, J. A. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales, Vol. 3.

DIXON, Jhon & Pagiola, Stefano (1998). Análisis económico y evaluación ambiental. Environmental assessment source book. Environment department. The World Bank. Número 23.

FREEMAN, M., (2003). The Measurement of Environmental and resource values: Theory and Methods. 2ª ed. Resources for the future, Washington, D.C.

GÓMEZ A. José R., (1977), Introducción al Muestreo, Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo México.

HAAB, T.C and McConnell, K.E. (2002) Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation. Edward Elgar Publishing, Northampton.

HAMMITT, J. K and Zhou, Y. (2006). The Economic Value of Air-Pollution-Related Health Risks in China: A Contingent Valuation Study. Environmental & Resource Economics.

HERNÁNDEZ, A. Alejandro. (2018). "Valoración económica para un mejoramiento ambiental en Leon, Guanajuato". Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen 9 número 1.

HICKS, John (1954). Valor y Capital; investigación sobre algunos principios fundamentales de teoría económica. Fondo de Cultura Económica, 2da. Edición. México, D. F.

INFANTE G. Said & Zarate D. Guillermo (2003). Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. Colegio de Postgraduados, Tercera edición. México, D.F.

INSTITUTO Nacional de Estadística y Geografía (2010). Anuario Estadístico de Guanajuato, Edición 2012. Accesado en el portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

INSTITUTO Nacional de Ecología y Cambio Climático (2013). Irapuato, Gto. La calidad del aire en México.

INSTITUTO Municipal de Planeación Irapuato (2014). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Y Ordenamiento Ecológico Territorial de Irapuato, Gto.

KARIMZADEGAN, M Rahmatian, Farhud, M. Yunesian. (2008) Economic Valuation of Air Pollution Health Impacts in the Tehran Area, Iran. Artículo Iranian J Publ Health, Vol. 37, No.1, pp.20-30

LONDOÑO, I. Claudia (2006). Los recursos naturales y el medio ambiente en la economía de mercado. Revista Científica Guillermo de Ockham, vol. 4, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 25-42

MITCHELL, R. C. y Carson R. T., (1993), Using Surveys to Value Public Goods: The contingent Valuation Method. Resources for the future. 3a edition U.S.A.

MONROY, H. R. 2008. Valoración Económica del Servicio Ambiental Hidrológico en la Reserva de la Biosfera Barranca del Metztlán, Hidalgo. Tesis de maestría. División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo.

NICHOLSON, Walter. (1997). Teoría Microeconómica. Principios básicos y aplicaciones McGraw-Hill.

PARRA, A., Vargas, V. and Castellar, C. (2002). Metodología estadística para estudios de Disponibilidad a Pagar (DAP) aplicada a un proyecto de Abastecimiento de Agua. Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible.

OSNAYA R., Patricia. (2002). Co-beneficios de los controles sobre la contaminación del aire local y global de la Ciudad de México. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat.

RANDALL Alan, (1985), Economía de los recursos Naturales y Política Ambiental, editorial LIMUSA, primera edición, México.

RIERA, Pere, (1994). Manual de valoración contingente. Instituto de estudios Fiscales.

SANJURJO, R., Enrique E islas, C., Iván. (2007). Las Experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. Gaceta Ecológica (84-85), 93-105.

SEIP, K and Strand J. (1992). Willingness to Pay for Environmental Goods in Norway: A Contingent Valuation Study with Real Payment. Environmental and Resource Economics.

STOCK, James & Watson, Mark, (2012). Introducción a la econometría. 3ª ed. Pearson Educación, S.A., Madrid.

VARIAN, H. R. (2001). Microeconomía Intermedia. Un Enfoque Actual. Cuarta Edición. Antoni Bosch Editor.

VÁSQUEZ, F., Cerda, A., Orregon, S. (2007). Valoración económica del ambiente: Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones. 1ª ed. Buenos Aires. Thomson Learning.

WANG, Y and Zhang, Y-S. Air quality assessment by contingent valuation in Ji'nan, China. Journal of Environmental Management, (2008).

## Stios web consultados

[http://home.wlu.edu/~caseyj/Wang\\_2008\\_Journal-of-Environmental-Management.pdf](http://home.wlu.edu/~caseyj/Wang_2008_Journal-of-Environmental-Management.pdf) consultado el 08/02/2019 10:15 h.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44731/Guanajuato\\_017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44731/Guanajuato_017.pdf) consultado el 17/05/2019 a las 03:17 h.

<http://www.explorandomexico.com.mx/city/24/Irapuato/about/>: consultado el 05/02/2019 19:17 h.

<http://www.explorandomexico.com.mx/city/24/Irapuato/about/>: consultado el 05/02/2019 19:17 h.

<https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protegidas/1/Cerro-de-Arandas> consultado el 28/05/2019 18:54 h.

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/652/irapuato.pdf> consultado el 18/09/2018 15:04 h.

<http://www.inegi.org.mx>. Consultado el 01/10/2017 19:04 h.

## 9. ANEXO

### Anexo 1. Encuesta



## CUESTIONARIO PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE IRAPUATO.

El siguiente cuestionario forma parte de una investigación que realizan estudiantes de Maestría de la Universidad Autónoma Chapingo para llevar a cabo una **valoración económica del aire** en la región, por lo que todos los datos que aquí se obtengan serán para uso completamente académico y confidencial.

Fecha: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / 2019.

Cuestionario: \_\_\_\_\_.

### I. PERCEPCIÓN AMBIENTAL

Actualmente, el estado de Guanajuato se enfrenta a una serie de problemas ambientales como:

- Contaminación y escasez del agua.
- Contaminación del Aire.
- Contaminación y erosión del suelo.
- Residuos sólidos y/o industriales.
- Pérdida de la Biodiversidad (flora y fauna).
- Deforestación.
- Entre otros.
- 

Ante esta situación...

1. ¿Cómo percibe usted el estado y/o nivel de calidad de los siguientes temas en materia ambiental?

	Muy Bien	Bien	Mal	Muy Mal
1. Calidad del Agua				

2. Calidad del Aire				
3. Suelo				
4. Disponibilidad del Agua				
5. Manejo de residuos solidos				

2. Ordene del 1 al 4, donde 1es “urgente” y 4 “menos urgente”, los aspectos ambientales que requieren mayor atención del municipio:

Contaminación del Suelo ( )

Contaminación del Aire ( )

Contaminación y Escasez del Agua ( )

Manejo de la basura ( )

3. ¿Conoce algún programa público o privado encaminado a mejorar la situación ambiental de su región?

Si ( ), ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

No ( )

4. ¿Usted o algún miembro de su familia ha sufrido alguna enfermedad a causa de la contaminación ambiental, causado por la calidad del aire, agua o basura?

Si ( ), ¿Qué enfermedad(es) \_\_\_\_\_?

No ( )

5. ¿Con que frecuencia se enferma al año, atribuidas a la contaminación?

a) Una vez a la semana. d) Una vez cada dos meses.

b) Una vez al mes. e) Una vez al año.

c) Dos veces al mes. f) Dos veces al año.

6. ¿Cuánto gasta en promedio por concepto de curación cuando usted o su familia enferman a causa de la contaminación ambiental?

## II. DATOS GENERALES.

7. Lugar de Residencia: \_\_\_\_\_.

8. Edad: \_\_\_\_\_ años.

9. Sexo: Femenino ( ) Masculino ( ).

10. Escolaridad: Ninguno ( ) Carrera Tecnica ( )  
Primaria ( ) Universidad ( )  
Secundaria ( ) Posgrado ( )  
Preparatoria ( )

11. Estado Civil: Soltero (a) ( ) Casado, Unión Libre, etc. ( )

12. Ocupación:

Agricultura y Ganadería	
Agroindustrias	
Industrias de otro tipo	
Empleado en comercios	
Negocio propio (abarrotes, carnicería, tortillería, etc.)	
Servicios (educación, salud, gobierno, etc.)	

13. ¿Cuál es su ingreso mensual actual?

Rango	
Menos de \$ 5,000	
\$ 5,000 – \$10,000	
\$ 10,000 - \$ 15,000	
\$ 15,000 - \$ 20,000	
Mas de \$ 20,000	

14. Tamaño de su familia?\_\_\_\_\_.
15. ¿Cuántas personas dependen de usted económicamente?\_\_\_\_\_.
16. Cuanta con algún servicio médico?

Ninguno	
IMSS	
ISSSTE	
Seguro Popular	
Privados	

### III. DISPONIBILIDAD A PAGAR

17. En caso de crearse un Fondo Verde que ayude a disminuir los niveles de contaminación del aire, ¿Estaría usted dispuesto a cooperar económicamente **mensualmente**?

- a) SI ( ), Cuanto?

cantidad de pesos	Si	No
20		

En caso de decir que NO, cuanto estaría dispuesto a aportar?\_\_\_\_\_

- b) NO ( ), Especifique la razón.
- i. Por razones económicas.
  - ii. No confía en el uso adecuado de los fondos.
  - iii. El gobierno debería atender este tipo de problemas.
  - iv. No tiene interés en el tema.

v. Otra razón: \_\_\_\_\_.

18. ¿Quién cree usted que podría administrar el dinero captado para el Fondo Verde?

- a) Gobierno Federal (SEMARNAT).
- b) Gobierno Estatal (SMAOT).
- c) El Municipio.
- d) Alguna ONG
- e) Otro organismo (especifique) \_\_\_\_\_.

19. ¿Cuál cree que sería el medio de recaudación para este fondo?

- a) Centro de Verificación Vehicular.
- b) Recibo de pago de agua.
- c) Recibo de pago de luz.
- d) Otro organismo (especifique) \_\_\_\_\_.