

*UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE MATEMÁTICA*



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

*”MODELOS DE SELECTIVIDAD PARA LAS OPERACIONES
DE COMERCIO EXTERIOR EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE
ADUANAS”*

*PRESENTADO POR:
Lic. José Luis López Amaya*

*PARA OPTAR AL GRADO DE:
Maestro en Estadística*

Ciudad Universitaria, Noviembre 2016

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE MATEMÁTICA



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

*“MODELOS DE SELECTIVIDAD PARA LAS OPERACIONES DE
COMERCIO EXTERIOR EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS”*

PRESENTADO POR:

Lic. José Luis López Amaya

PARA OPTAR AL GRADO DE:

Maestro en Estadística

Asesor externo:

Dr. Domingo Morales González

Asesor interno:

Dr. José Nerys Funes Torres

Ciudad Universitaria, Noviembre 2016

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
Autoridades Universitarias



Lic. José Luis Argueta Antillón
RECTOR INTERINO

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya
SECRETARIO GENERAL

Licda. Nora Beatríz Meléndez
FISCAL GENERAL INTERINO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

Lic. Mauricio Hernán Lovo Córdova
DECANO

Dr. Jose Nerys Funes
DIRECTOR DE ESCUELA DE MATEMÁTICA

Ciudad Universitaria, Noviembre 2016

A mi madre, hermana, mis hijos, la mami.

Los buenos amigos

Índice general

Índice general	III
Introducción	IX
1. Procesos aduaneros y Gestión de Riesgos	1
1.1. Historia de la Dirección General de Aduanas	1
1.2. Procesos aduaneros	3
1.2.1. El Ciclo Tributario Aduanero	3
1.2.2. Marco Legal	3
1.2.3. Regímenes Aduaneros	6
1.3. Tributos Derechos Aduaneros e Impuestos	9
1.3.1. Importaciones Libres del Pago de Impuestos	10
1.4. Declaración Aduanera y la Autodeterminación	11
1.5. Despacho Aduanero	11
1.5.1. Antes del Despacho aduanero	12
1.5.2. Durante el Despacho	12
1.5.3. Posterior al Despacho	13
1.6. Proceso de despacho	13
1.7. Gestión de Riesgos Aduaneros	14
1.8. Módulo de Gestión de Riesgo	15
1.9. Niveles de Selectividad	16

1.10. Infracciones y Sanciones aduaneras	17
1.10.1. Infracciones	17
1.10.2. Sanciones	20
2. Modelos estadísticos	21
2.1. El Modelo Logístico	21
El Modelo Logístico	21
2.2. Análisis de Componentes Principales	24
Análisis de Componentes Principales	24
2.3. Análisis Discriminante, Clasificación con dos grupos	28
Análisis Discriminante, Clasificación con dos grupos	28
3. Descripción de las variables	33
3.1. Declaración de Mercancías	33
3.2. Estadísticas del Comercio exterior de El Salvador	36
3.3. Fuentes de información, declaraciones, discrepancias e infracciones	42
3.4. Eficiencia de las medidas de selectividad en el Módulo de Gestión de Riesgos	42
4. Construcción del modelo de selectividad	45
4.1. Limpieza de la base de datos	45
4.2. Definición de la variable objetivo	47
4.3. Índices de riesgo	48
4.4. Generación del modelo de selectividad	49
4.4.1. Asignación del índice de riesgo para cada DM	49
4.4.2. Resultados del Análisis Discriminante para Y_1 y Y_2	49
4.4.3. Resultados de clasificación, validación cruzada	52
4.4.4. Resultados del modelo sobre nuevos datos	53
Conclusiones	55

Índice de cuadros

1.1. Aduanas de El Salvador.	2
3.1. Listado y descripción de los campos de una Declaración de Mercancías.	34
3.2. Valores anuales del número de operaciones de importación, todos los regímenes, CIF, IVA y DAI en millones de dólares.	37
3.3. Valores anuales del número de operaciones de exportación, todos los regímenes y FOB en millones de dólares.	38
3.4. Comparación de los montos CIF, en millones de dólares, para principales regímenes de importación, el resto de regímenes considera el régimen de depósito, re - importación e importación por franquicias	39
3.5. Montos CIF anuales, en millones de dólares, de los principales orígenes de las mercancías de importación, todos los regímenes.	41
3.6. Tabla de contingencia, comparación de una medida probabilista y una medida aleatoria. De esta tabla de contingencia se obtiene un valor $\chi^2 = 13.01$, que al compararlo con el valor de tabla $\chi_{\alpha=0.05,1}^2 = 3.84$ lleva a rechazar la hipótesis de igualdad entre los resultados de las medidas de selección.	43
4.1. Listado de infracciones	47
4.2. Índice de la variable <i>peso</i> . Se definen las clases según el peso declarado, dejando las clases con el mismo porcentaje de elementos, en la última clase, es para las mercancías de mayor peso, quedan con un menor porcentaje buscando dar énfasis a estas mercancías.	48

Introducción

En El Salvador la administración de las aduanas está a cargo del Ministerio de Hacienda por medio de la Dirección General de Aduanas, máximo organismo calificado para aplicación de la legislación aduanera en El Salvador. Teniendo como visión principal la facilitación, control y recaudación de tributos en las operaciones del comercio exterior.

La Dirección General actualmente cuenta con el Módulo de Gestión de Riesgos el cual es un sistema informático que permite estimar el nivel de riesgo de cada operación del comercio exterior. Teniendo diferentes tipos de métodos para realizar la estimación, *Criterio Experto*, *Método Probabilístico*, *Método Aleatorio*.

El Método probabilista se realiza mediante regresión logística y estima la probabilidad que la operación presente algún *riesgo aduanero*. El Criterio Experto es para operaciones que tienen algún nivel de restricción, permisos sanitarios, armas, químicos, etc. El Método Aleatorio se utiliza como medida de respuesta al existir algún riesgo que no es considerado por los métodos anteriores.

Las técnicas estadísticas tienen muchos campos de aplicaciones, biología, medicina, ingeniería, industria, economía, toma de decisiones, etc. En este trabajo se aplicarán dichas técnicas en la detección de comportamientos sospechosos o fraudulentos en diferentes ámbitos: operaciones bancarias, contratación de seguros, pagos de impuestos, etc. En el caso del pago de impuestos se tiene el trabajo elaborado por Pérez (2013), [11], en cual aborda la detección de posibles evasores fiscales con un enfoque estadístico utilizando el análisis multivariable: componentes principales y análisis discriminante, para estimar la probabilidad que el contribuyente este defraudando al fisco, investigación realizada para el Instituto de Estudios Fiscales y la Universidad Complutense de Madrid, España. En El Salvador se tiene un estudio para la detección del fraude en las declaraciones de mercancías en las operaciones del comercio exterior, en que se utiliza un modelos de regresión logística, [16], la investigación fue realizada para la Dirección General de Aduanas por un consultor internacional con financiamiento de la Secretaría de Integración Económica de Centro América (SIECA), por la naturaleza del trabajo este no se encuentra para libre consulta.

Con este panorama se plantea la creación de un modelo para la estimación de la probabilidad de fraude dentro de las operaciones del comercio exterior en la Dirección General de Aduanas de El Salvador, más específicamente las importaciones, teniendo como variables los diferentes campos de la Declaración de Mercancías que se presentan al momento que las mercancías se presenta a la Aduana para su ingreso al territorio nacional; además de otras fuentes de información de las cuales dispone la Dirección General.

Para el nuevo modelo se pretende realizar un análisis de componentes principales, luego con los componentes principales se efectuará un análisis discriminante. Para la asignación de la selectividad se utilizan las probabilidades de pertenencia a cada uno de los grupos, grupo de Declaraciones de Mercancías con infracción y grupo de Declaraciones sin infracción, tomando como consideración para la definición de los umbrales de los canales de selectividad la capacidad de las aduanas para la realización de las inspecciones físicas y las políticas de facilitación de la DGA.

Capítulo 1

Procesos aduaneros y Gestión de Riesgos

En este capítulo se realiza una breve introducción a los procesos aduaneros y la gestión de riesgos con el enfoque desde el ámbito aduanero.

Se incluye también una breve reseña de la institución encargada de aplicar la legislación aduanera en El Salvador.

1.1. Historia de la Dirección General de Aduanas

La **Dirección General de la Renta de Aduanas (DGRA)**, fue creada mediante Decreto Legislativo No. 43 de fecha 7 de mayo de 1936, publicado en el Diario Oficial No. 104 Tomo 120 del 12 del mismo mes y año, como dependencia especializada del Ministerio de Hacienda, para garantizar el cumplimiento de las leyes y reglamentos que regulan el tráfico internacional de mercancías; cambiando su denominación a **Dirección General de Aduanas (DGA)**, mediante Decreto Legislativo No. 903 de fecha 14 de diciembre de 2005, publicado en Diario Oficial No. 8, tomo 370, del 12 de enero de 2006, el cual, deroga al Decreto mencionado inicialmente.

En 1994 establece su estructura orgánica mediante la emisión del Reglamento Orgánico Funcional, el cual es modificado en 1998, con el Decreto Ejecutivo No. 114 de fecha 12 de octubre de 1998, publicado en el Diario Oficial 204 Tomo 341 del 3 de noviembre de ese mismo año; dichos cambios fueron efectuados para permitir a la institución readecuar su estructura orgánica funcional integrada a nivel directivo en subdirecciones, de manera acorde con las exigencias internacionales en materia aduanera, de comercio exterior y de sistemas de aseguramiento de la calidad en el servicio, respondiendo a la dinámica acelerada que observa el comercio internacional con motivo de la globalización de las economías.

A partir del mes de enero de 2006, se promulga la Ley Orgánica de la Dirección General de Aduanas, decreto número 903 publicado en el Diario Oficial No. 8 Tomo número 370 del 12 de enero de 2006, la cual tiene por objeto armonizar la legislación interna con la normativa establecida en los instrumentos de la integración centroamericana, con la finalidad de que dicha dirección cuente con el instrumento que le permita un empleo eficiente y eficaz control de sus funciones, de acuerdo a las exigencias internacionales de los sistemas de calidad en materia aduanera y de comercio exterior.

En este sentido, la DGA es el órgano superior jerárquico nacional en materia aduanera, adscrita al Ministerio de Hacienda, facultada por la legislación nacional para aplicar la normativa sobre la materia, comprobar su correcta aplicación, así como facilitar y controlar el comercio internacional en lo que le corresponde, fiscalizar



Figura 1.1: Ubicación de las Aduanas y Zonas Francas de El Salvador.

y recaudar los derechos e impuestos a que esté sujeto el ingreso o la salida de mercancías, de acuerdo con los distintos regímenes que se establezcan (Artículo 3 de la Ley Orgánica de la Dirección General de Aduanas)

El servicio aduanero está constituido por el conjunto de Administraciones de Aduanas y Delegaciones de Aduanas establecidas en territorio nacional y aduanas periféricas, que dependen jerárquicamente de la Dirección General, las cuales contarán con diferentes unidades organizativas y personal necesario, para brindar la atención a los usuarios de manera permanente y dentro de los parámetros de calidad y transparencia establecidos por la Dirección, para el logro eficiente de las actividades de control, agilización del comercio internacional y recaudación tributaria.

Aduana	Nombre	Departamento
Terrestre	San Bartolo	San Salvador
	Santa Ana	Santa Ana
	Anguiatu	Santa Ana
	San Cristóbal	Santa Ana
	El Poy	Chalatenango
	La Hachadura	Ahuachapán
	Chinamas	Ahuachapán
	El Amatillo	La Unión
Marítima	Acajutla	Sonsonate
	Cutuco	La Unión
Aérea	Aeropuerto Comalapa	La Paz
	Ilopango	San Salvador

Cuadro 1.1: Aduanas de El Salvador.

1.2. Procesos aduaneros

1.2.1. El Ciclo Tributario Aduanero

El Ciclo Tributario Aduanero está compuesto por los servicios y funciones que el Estado tiene que cumplir para poder recaudar, controlar y manejar, su relación con el contribuyente (quien debe pagar los impuestos) dentro de un marco de transparencia y facilitación.

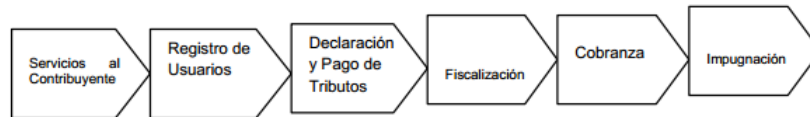


Figura 1.2: Ciclo tributario aduanero.

1. Servicios al Contribuyente: Implica la facilitación de servicios, orientación y asistencia a los usuarios de las aduanas, en forma profesional, íntegra, transparente y con calidad, el uso intensivo de medios electrónicos como el internet, y la publicación de trámites, requisitos, formatos y procesos, para que el usuario pueda cumplir con el pago de sus obligaciones.
2. Registro de usuarios. El Salvador requiere tener registros o padrones actualizados que le permitan tener un control de los importadores y exportadores, y de sus operaciones. Con este registro, la aduana identifica a los declarantes y su información relevante como domicilios, teléfonos, bodegas, etc.
3. Declaraciones y pagos de los tributos aduaneros. El Salvador aplica el principio de la autodeterminación o autoliquidación en materia aduanera. Esto quiere decir que el propio declarante (importador o su representante), calcula la base y la cantidad de impuestos a pagar por la importación de mercaderías, y la Aduana cumple con la verificación del pago y otras formalidades del despacho aduanero.
4. Fiscalización. La Aduana, utilizando sus facultades de comprobación, verifica y controla el cumplimiento de las obligaciones aduaneras. Esta fiscalización se realiza antes, durante o posteriormente al despacho aduanero.
5. Cobranza. Cuando la autoridad aduanera determina que tiene un crédito o adeudo fiscal a su favor, causado por un incumplimiento o error del declarante en las operaciones de comercio exterior, puede iniciar el cobro del crédito de acuerdo a las disposiciones legales establecidas.
6. Medios de impugnación. Son los recursos o posibilidades que tiene el contribuyente para manifestar su inconformidad con los actos que emite la autoridad. Los recursos pueden dictarse en contra o a favor del contribuyente.

1.2.2. Marco Legal

El marco jurídico del comercio exterior de El Salvador forma parte del Sistema Jurídico Salvadoreño que agrupa un conjunto de normas y principios de derecho nacional e internacional relacionados entre sí. Su objetivo es regular directa o indirectamente el intercambio de mercancías, servicios y capitales entre El Salvador y los mercados internacionales o regionales, así como el cruce fronterizo de personas.

La principal fuente de la legislación nacional del comercio exterior y aduanera está en la Constitución de la República de El Salvador. Sin embargo, dicha legislación se complementa con los diversos instrumentos jurídicos regionales e internacionales suscritos por El Salvador.

Legislación Aduanera Nacional

Los principales ordenamientos que componen la legislación aduanera nacional son los siguientes:

Ley de Simplificación Aduanera. Aprobada mediante Decreto Legislativo No. 529, de fecha 13 de enero de 1999, publicada en el Diario Oficial No. 23, Tomo No. 342, del 3 de febrero del mismo año. Esta Ley simplifica los procedimientos aduaneros permitiendo el despacho de mercancías, mediante la utilización de los sistemas informáticos para el intercambio de información para la autorización de los trámites aduaneros entre los operadores del comercio y el Servicio de Aduanas de El Salvador. Así mismo, establece facultades de control al Servicio de Aduanas para realizar una efectiva vigilancia de las operaciones aduaneras y dispone de las formalidades para notificar los resultados de las auditorías realizadas, complementado así, el procedimiento sancionador que dispone la Ley Especial para Sancionar Infracciones Aduaneras.

Ley Especial para Sancionar Infracciones Aduaneras. Aprobada mediante Decreto Legislativo No. 551, de fecha 20 de septiembre de 2001, publicada en el Diario Oficial No. 2004, Tomo No. 353, del 29 de octubre del mismo año. Define y clasifica las infracciones aduaneras en: administrativas, tributarias y penales, y establece las sanciones para cada una de ellas. Asimismo describe el procedimiento que debe aplicarse cuando se determina la existencia de alguna infracción y la autoridad a quien le compete imponer la sanción; así como los medios de defensa a que tiene derecho de invocar el presunto infractor cuando no está de acuerdo con lo resuelto por las Autoridades del Servicio Aduanero.

Ley del Registro de Importadores. Aprobada mediante Decreto Legislativo No. 224, de fecha 14 de diciembre de 2000, publicada en el Diario Oficial No. 241, Tomo No. 349, del 22 de diciembre del mismo año. En ella se establece la obligación para personas naturales o jurídicas que realicen operaciones de importación de mercancías de registrarse, a fin de dar a conocer su identidad, actividades y establecimientos. Según la ley, tienen obligación de registrarse como importador toda persona natural o jurídica que importe mercancías que excedan US\$ 1,000.

Ley de Equipajes de Viajeros Procedentes del Exterior y su Reglamento. Esta Ley fue aprobada por Decreto Legislativo No. 680, de fecha 20 de octubre de 1993, publicada en el Diario Oficial No. 6, Tomo No. 322, del 10 de enero de 1994, y su Reglamento fue aprobado por Decreto Ejecutivo No. 14, del 3 de febrero de 1994, publicado en el Diario Oficial No. 322, del 21 de febrero del mismo año. La Ley y su Reglamento determinan los bienes que el viajero puede ingresar al territorio nacional como equipaje con exención de derechos e impuestos; pudiendo ingresar también en franquicia aquellos bienes nuevos cuyo valor en aduanas no sea superior a US\$1000. Así mismo, dicha Ley establece exenciones a funcionarios diplomáticos y otros organismos, sobre sus efectos personales; así como exenciones sobre el menaje de casa de los salvadoreños repatriados que hayan residido en el extranjero tres años o más y cuyo valor CIF en aduana (que incluye el costo del menaje adicionado con el seguro y fletes) no exceda al equivalente de US\$15,000.

Ley de Zonas Francas Industriales y de Comercialización. Aprobada mediante Decreto Legislativo No. 405, de fecha 03 de septiembre de 1998, publicada en el Diario Oficial No. 176, Tomo No. 340, del 23 de septiembre del mismo año. La Presente Ley tiene por objeto regular el funcionamiento de Zonas Francas y Depósitos para Perfeccionamiento Activo, así como los beneficios y responsabilidades de los titulares de empresas que desarrollen, administren o usen las mismas, y dada la importancia estratégica de los regímenes de Zona Franca para la economía nacional en la generación de empleo productivo y generación de divisas, es necesario crear condiciones óptimas de competitividad en todas las operaciones que realizan las empresas amparadas a dicho régimen.

Ley del Régimen Aduanero de Tiendas Libres. Aprobada por Decreto Legislativo No. 373, de fecha 5 de abril de 2001, publicada en el Diario Oficial No. 81, Tomo No. 351, del 2 de mayo del mismo año. Esta ley establece la facultad a la Dirección General de Aduanas, para autorizar a personas naturales y jurídicas, previo cumplimiento de los requisitos para operar y funcionar, como establecimientos comerciales bajo el Régimen Aduanero de Tiendas Libres (conocidas también como duty free), quienes pueden introducir mercancías a dichos establecimientos, libres de derechos impuestos, destinadas exclusivamente a la venta a viajeros que salgan o entren al país por vía aérea.

Ley de Almacenaje. Aprobada por Decreto Legislativo No. 638, de fecha 29 de noviembre de 1990, publicada Diario en el Oficial No. 285, Tomo No. 309, del 19 de diciembre del mismo año. Conforme a esta Ley, las mercancías que ingresan a los depósitos temporales administrados por las Aduanas de la República gozan, antes de ser sometidas a despacho aduanero. Por otra parte, la Ley señala las causas por las que procede suspender el cobro de almacenaje. En cuanto a las mercancías que ingresan a depósitos temporales administrados por otras instituciones públicas o privadas, son ellos quienes establecen y determinan los precios por la prestación de dicho servicio.

Legislación Regional

La legislación regional del comercio exterior y aduanas, al igual que la legislación nacional en la materia, también se caracteriza por ser dinámica y amplia, ya que abarca temas que van desde los principios y excepciones del intercambio de bienes, servicios, capitales y hasta aspectos relacionados con el cruce fronterizo de personas. En materia aduanera, destacan los siguientes instrumentos relacionados con el intercambio de mercaderías en la región:

Convenio Sobre el Régimen Arancelario y Aduanero Centroamericano. Fue suscrito por las Repúblicas de Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, el 14 de diciembre de 1984, y Ratificado por la Asamblea Legislativa de El Salvador el 17 de diciembre del mismo año, publicado en el Diario Oficial No. 16, Tomo No. 286, del 23 de enero de 1985. El contenido de dicho Convenio está constituido por el Arancel Centroamericano, formado por los rubros con los derechos arancelarios del Anexo A; la Legislación Centroamericana sobre el Valor Aduanero de las Mercancías, del Anexo B¹ y su Reglamento; el Código Aduanero Uniforme Centroamericano y su Reglamento; las decisiones y demás disposiciones arancelarias y aduaneras comunes que se derivan del Convenio.

Código Aduanero Uniforme Centroamericano (CAUCA) y su Reglamento (RECAUCA). El CAUCA, fue suscrito por los cinco estados centroamericanos el 13 de diciembre de 1963 y modificado mediante Resolución No. 85-2002 del Consejo Arancelario y Aduanero Centroamericano el 19 de junio de 2002, publicado en el Diario Oficial No. 128, Tomo No. 356, del 11 de julio de 2002; y el RECAUCA, fue adoptado mediante Resolución No. 101-2002 del Consejo Arancelario y Aduanero Centroamericano, publicado en el Diario Oficial No. 5, Tomo no. 358, del 10 de enero de 2003. Ambos documentos establecen la legislación aduanera básica de los países signatarios, respecto a las facultades del Servicio Aduanero; Auxiliares de la Función Pública Aduanera; Obligaciones Aduaneras; Regímenes Aduaneros; Abandono y Formas de Disposición de Mercancías; así como algunas disposiciones relativas a las Infracciones y Recursos Aduaneros.

Reglamento Centroamericano Sobre el Origen de las Mercancías. Este Reglamento fue aprobado mediante Resolución No. 156-2006, del Consejo de Ministros de Integración Económica, del 7 de junio del 2006, publicado en el Diario Oficial No. 126, Tomo No. 372, de fecha 7 de julio del mismo año. Contiene las bases legales para la determinación y demás procedimientos relacionados con el origen de las mercancías; así como las obligaciones de los importadores y exportadores para certificar origen a las mercancías de los cinco países del área centroamericana. Para certificar que una mercancía es originaria de alguno de los

¹ El Anexo B fue dejado sin efecto a través del protocolo debido a la entrada en vigencia del Acuerdo Relativo a la Aplicación del artículo VII del Acuerdo General de Aranceles y Comercio de 1994.

países fuera del área centroamericana, con los cuales El Salvador ha suscrito Tratados de Libre Comercio, deberá someterse a lo regulado en los mismos.

Reglamento Sobre el Régimen de Tránsito Aduanero Internacional Terrestre. Reglamento aprobado mediante Resolución No. 61-2000 del Consejo de Ministros de Integración Económica, de fecha 27 de septiembre de 2000, publicado en el Diario Oficial No. 189, Tomo No. 349, del 10 de octubre del mismo año, y modificado por la Resolución 65-2001 COMRIEDRE de fecha 16 de marzo de 2001. Este documento establece los procedimientos que deben ser aplicados en las operaciones de tránsito aduanero internacional efectuadas por vía terrestre; así como las obligaciones y responsabilidades a que están sujetos los transportistas. Además, tiene como anexos el Formulario de Declaración para el Tránsito Aduanero Internacional Terrestre e Instructivo para el llenado del mismo.

Reglamento Centroamericano Sobre la Valoración Aduanera de las Mercancías. Aprobado mediante Resolución No. 115-2004 del Consejo de Ministros de Integración Económica, el 28 de junio de 2004, publicado en el Diario Oficial No. 140, Tomo No. 364, de fecha 27 de julio de 2004. Desarrolla las disposiciones del Acuerdo relativo a la aplicación del artículo VII del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio de 1994, para la determinación del valor en aduana de las mercancías importadas o internadas en el Territorio Aduanero Centroamericano.

1.2.3. Regímenes Aduaneros

Definitivos

Importación Definitiva

Es el ingreso, previo cumplimiento de requisitos arancelarios (pago de derechos aduaneros e impuestos) y no arancelarios (permisos de importación por ejemplo), de mercancías procedentes del exterior para su uso o consumo definitivo en el país.

Modalidades de importación

Reimportación de Mercancías Exportadas Definitivamente

Es el ingreso, previo cumplimiento de requisitos arancelarios y no arancelarios (permisos de importación por ejemplo), de mercancías anteriormente exportadas definitivamente y que regresan al país dentro del plazo de 3 años contados a partir de la aceptación de la declaración de exportación definitiva. Estas mercancías, deben: Haber sido plenamente identificadas en el documento de exportación en el momento de su salida. No haber sufrido transformación. Ser plenamente identificables en el momento de su retorno.

En estos casos, el beneficiario debe reintegrar cualquier beneficio fiscal recibido como resultado de la exportación. Estas mercancías, si se reimportan dentro del plazo de 3 años y cumplen con las condiciones mencionadas, no están afectas al pago de Derecho Aduaneros e impuestos.

Reimportación de Mercancías Exportadas Temporalmente (Que Regresan en el Mismo Estado)

Es el ingreso, previo cumplimiento de requisitos arancelarios (pago de derechos aduaneros e impuestos) y no arancelarios (permisos de importación por ejemplo), de mercancías exportadas temporalmente por un plazo

autorizado (si excede el plazo deberán de cancelarse los derechos aduaneros e impuestos correspondientes). Las mercancías deben haber sido plenamente identificadas en el documento de exportación temporal en el momento de su salida.

Reimportación de Mercancías Exportadas para Perfeccionamiento Pasivo

Es el ingreso, previo cumplimiento de requisitos arancelarios (pago de derechos aduaneros e impuestos) y no arancelarios (permisos de importación por ejemplo), de mercancías exportadas temporalmente por un plazo autorizado (si su regreso se produce, fuera del plazo autorizado, deberán de cancelarse los derechos aduaneros e impuestos correspondientes).

Las mercancías deben haber sido plenamente identificadas en los documentos de exportación.

Consideraciones para la aplicación de éste régimen: Si se comprueba, a satisfacción de la autoridad aduanera, que la mercancía estaba bajo el periodo de garantía, regresó dentro del plazo autorizado y la reparación o sustitución no alteró su valor inicial, no se causará pago alguno de derechos arancelarios e impuestos. Si la mercancía regresa dentro del plazo y la reparación o sustitución sí alteró su valor inicial, se cancelará derechos aduaneros e impuestos por el valor agregado y los gastos que generó la operación. Si la mercancía regresa dentro del plazo y la reparación o sustitución fue generada en uno de los países que conforman la Integración Centroamericana, no se causará pago alguno de derechos arancelarios e impuestos. Este es un criterio que no se ha aplicado a la fecha.

Regímenes Suspensivos

Importación Temporal con Reexportación en el Mismo Estado

Es el régimen que permite ingresar mercancías a El Salvador para un fin específico, (por ejemplo una exhibición, una carrera de motocicletas, el vehículo de un turista), por un plazo autorizado por la Aduana donde el importador decida hacer su trámite. Esta mercancía no está sujeta al pago de derechos aduaneros e impuestos a la importación, durante el plazo que le haya autorizado la Aduana, aun cuando los impuestos deben garantizarse.

Consideraciones para la utilización del régimen. Para beneficiarse del régimen temporal con reexportación en el mismo estado, el importador debe cumplir con las condiciones siguientes, so pena de tener que pagar inmediatamente los derechos aduaneros e impuestos: Reexportar los bienes antes del vencimiento del plazo. No utilizar los bienes para un fin distinto al autorizado por la aduana. No transformar los bienes importados. Los bienes no pueden venderse hasta su importación definitiva.

El importador puede voluntariamente antes del vencimiento del plazo declarar su intención de importar definitivamente esas mercancías, en cuyo caso procede a cancelar todos los derechos e impuestos que correspondan.

Tránsito Aduanero

Es el régimen bajo el cual mercancías sujetas al control aduanero son transportadas de un lugar a otro dentro o fuera del territorio nacional.

Las mercancías en tránsito estarán sujetas en todo momento al control y supervisión de la aduana y otras

autoridades competentes, las cuales pueden requerir la verificación física de las mismas en cualquier momento, para efectos de comprobación del estado de los vehículos, dispositivos de seguridad o estado de la mercancía entre otros.

En el Régimen de tránsito el transportista estará obligado a: Transitar únicamente por las rutas autorizadas. Entregar las mercancías en su destino, dentro de los plazos establecidos y publicados por la Dirección General de Aduanas. Conservar los dispositivos de seguridad en perfecto estado. Notificar a la aduana de inicio, fin y jurisdicción (en donde suceda el retraso) de cualquier situación respecto al tránsito. Notificar cualquier diferencia con respecto a cantidad de bultos descargados en el destino y los manifestados en los documentos de transporte.

Depósito de Aduanas o Depósito Aduanero.

Es el régimen que permite que las mercancías se almacenen por un plazo determinado por la Legislación Aduanera en un recinto autorizado y puedan permanecer allí, bajo custodia de la Aduana o de un Auxiliar de la Función Pública autorizado como Depositario Aduanero.

Durante el plazo de depósito, las mercancías no tienen que pagar derechos aduaneros e impuestos, aun cuando los impuestos deben garantizarse. Las mercancías se consideran en todo momento, bajo supervisión y control aduanero, y el depositario es el responsable ante la aduana, por el pago de los derechos aduaneros e impuestos en el caso de pérdida, destrucción o menoscabo de los bienes bajo su custodia.

Es posible reacondicionar, re embalar mercancías con el objeto de identificar o conservar las mercancías bajo este régimen, con la condición que esta actividad no altere o modifique la naturaleza de las mercancías. Asimismo, es posible, previa autorización o modalidad establecida por la autoridad aduanera, que las mercancías se sometan a otro tipo de actividad u operación, con la condición de que no se altere o modifique su naturaleza.

Regímenes Especiales y Liberatorios

Admisión Temporal para el Perfeccionamiento Activo

Es el régimen que permite, ingresar mercancías al territorio aduanero, por un plazo previamente autorizado para ser transformadas o reparadas y luego re-exportadas, con suspensión de derechos e impuestos a la importación.

Las maquinarias y equipos podrán permanecer por tiempo ilimitado dentro de los locales autorizados. Las mercancías, plantas, bodegas, procesos y operaciones de la empresa que se encuentre autorizada bajo este régimen, están en todo momento sometidos a la supervisión y control aduanero que verificará entre otros aspectos, que únicamente se estén llevando a cabo las operaciones autorizadas.

Las empresas, podrán realizar operaciones de encadenamiento en su producción con empresas previamente autorizadas bajo el mismo régimen o bajo el régimen de Zona Franca.

Cuando el importador quiera realizar una importación de maquinaria, equipo, materia prima u otro producto al régimen, tiene que solicitar una autorización de la Aduana y utilizar un agente aduanero para realizar el proceso de importación, o a través del Apoderado Especial Aduanero debidamente autorizado.

Zona Franca

Las Zonas Francas son espacios o establecimientos (fábricas, locales, bodegas o parques industriales) consideradas por la autoridad ?fuera? del territorio nacional que han sido autorizados y registrados por el Ministerio de Economía de El Salvador para manufacturar, transformar, maquilar, ensamblar o comercializar mercancías y luego enviarlas hacia el extranjero. Estas empresas pueden además dedicarse a la prestación y desarrollo de servicios.

Estas empresas pueden además dedicarse a la prestación y desarrollo de servicios. En todos los casos mencionados las empresas pueden solicitar la venta de sus productos o servicios a empresas o consumidores dentro de El Salvador para esto, tienen que solicitar el permiso al Ministerio de Economía de El Salvador y cancelar los derechos e impuestos aduaneros e internos que correspondan de acuerdo con el tipo de productos de que se trate.

Las empresas se benefician cuando tienen sus operaciones en Zona Franca porque: pueden ingresar todo lo necesario para realizar su producción, administración y operación libre del pago de derechos aduaneros e impuestos, además de beneficios fiscales diversos como adquirir insumos a empresas de El Salvador libres del Impuesto de Transferencia de Bienes Muebles.

Las empresas que operan en Zona Franca y sus mercancías, recintos, procesos y operaciones, están sometidos a la supervisión y control de la Aduana que verificará que únicamente se estén realizando las operaciones autorizadas.

1.3. Tributos Derechos Aduaneros e Impuestos

Los *tributos* son las obligaciones que establece la República de El Salvador, a fin de financiar las varias obligaciones y cumplir con los fines del Estado.

Los tributos se clasifican en: impuestos, tasas y contribuciones especiales.

El tributo exigido sin contraprestación, cuyo hecho generador está constituido por negocios, actos o hechos de naturaleza jurídica o económica que ponen de manifiesto la capacidad contributiva del sujeto pasivo o declarante.

En las operaciones de comercio exterior se produce la obligación de pagar impuestos. A nivel aduanero están los Derechos Arancelarios a la Importación (DAI), así como otros tributos que cargan la importación de mercaderías.

Principales Elementos de los Derechos Arancelarios

Los Derechos Arancelarios a la Importación (DAI) son tributos contenidos en el Arancel Centroamericano de Importación y que tienen como hecho generador la operación aduanera de importación.

Con excepción a las franquicias y exenciones establecidas, toda importación de que le sean aplicables. Los principales elementos que conforman los Derechos Arancelarios son los siguientes:

1. Sujetos: Hay dos tipos de sujetos: el sujeto activo y el sujeto pasivo. El primero es el Estado quien actúa en ejercicio de su potestad soberana, y el segundo es el declarante (importador o su representante) que son los legalmente responsables del pago.

2. Objeto: El objeto de los Derechos Arancelarios se crea con la entrada (importación) o salida (exportación) de mercancías del territorio aduanero; cuando el declarante (importador o su representante) destina las mercancías a un régimen aduanero y que este régimen implique el pago Derechos Arancelarios.
3. Nacimiento de la obligación tributaria: La obligación tributaria aduanera o hecho generador del tributo nace o se causa cuando se realizan los actos de importación o exportación de mercancías al país de acuerdo al régimen aduanero a que se sujeten las mercancías. En El Salvador esta obligación nace en el momento específico en que se acepta la declaración de mercancías en los regímenes de importación o exportación definitiva y sus modalidades
4. Base Imponible: La base imponible para la aplicación de los Derechos Arancelarios a la Importación, es el Valor en Aduana de las Mercancías, y para los otros impuestos es la que establezca su ley de creación. También aplica lo previsto en el Artículo 27 del CAUCA: Artículo 27 Nacimiento de la obligación tributaria aduanera. Para efectos de su determinación, la obligación tributaria aduanera nace: (1) al momento de la aceptación de la declaración de mercancías, en los regímenes de importación o exportación definitiva y sus modalidades; (2) al momento en que las mercancías causen abandono tácito; (3) En la fecha: a) de la comisión de la infracción aduanera penal;
5. Tasa o cuota (ad valorem): El ad valorem, se reflejan en porcentaje sobre el Valor aduanero y ese porcentaje está directamente ligado a la clasificación arancelaria que le corresponda a las mercancías que se van a importar o exportar.
6. Obligación de pago: La obligación de pago equivale a la obligación de entregar al Estado el dinero que, de acuerdo al cálculo de los derechos e impuestos, corresponde para esa operación de importación. Quien debe pagar es el sujeto pasivo (importador o su representante). Si el pago se hace a través de un agente aduanero, el primer responsable ante aduana es el importador y el agente aduanal es un responsable solidario.

Otros Tributos que se Pagan a la Importación

En El Salvador, la Aduana facilita la recaudación de otros tributos que se han establecido en diferentes Leyes. Estos gravámenes son diferentes de los Derechos Arancelarios, generalmente son los siguientes:

- Derecho Arancelario a la Importación (DAI)
- Impuesto al Valor Agregado (IVA)
- Otros Impuestos Específicos
- Tasas Para Almacenaje y Parqueo
- Por otros servicios

1.3.1. Importaciones Libres del Pago de Impuestos

A las importaciones libres del pago de impuestos se les conoce como *franquicias* o exenciones y están específicamente limitadas y reguladas en Convenios y Leyes de la República. Al respecto, el Convenio Sobre el Régimen Arancelario y Aduanero Centroamericano en el Capítulo V denominado Franquicias y Exenciones de Derechos Arancelario, en su Artículo 21 Disposición Única, establece las principales franquicias y exenciones en la legislación aduanera nacional:

1. Del menaje de casa para las personas domiciliadas que hayan estado ausentes del país los 24 meses anteriores a su regreso definitivo;

2. De las mercancías amparadas a normas de convenios regionales e internacionales vigentes, o a leyes nacionales relativas a fines o actividades distintas de la industria manufacturera a que se refiere el Convenio Centroamericano de Incentivos Fiscales y sus Protocolos;
3. De las mercancías que se importen para el desarrollo de actividades artesanales, pequeña industria e industrias de exportación a terceros países;
4. Para actividades debidamente calificadas, que autorice el Consejo; y,
5. De las mercancías originarias del país, objeto de reimportación sin transformación alguna dentro del plazo de tres años.

Asimismo, los Estados Contratantes pueden autorizar suspender el pago de derechos arancelarios y otros impuestos a la importación o exportación temporal, de acuerdo con la legislación aduanera, o del ramo. Estas suspensiones pueden obtener una prórroga en el plazo de suspensión de pago.

1.4. Declaración Aduanera y la Autodeterminación

La *declaración aduanera de mercancías* es el documento efectuado bajo fe de juramento, que se presenta ante la Aduana y representa que los interesados libre y voluntariamente han determinado el régimen al que quieren someter las mercancías (por ejemplo: importación o exportación). Con este acto, quien presenta la declaración y el importador, aceptan las obligaciones que éste impone.

En El Salvador cuando se presenta la declaración, ya se ha *autodeterminado* (auto calculado los derechos aduaneros e impuestos) que se han de pagar, además de que se han realizado todos los trámites de autorización de permisos o inspección con otras autoridades.

En El Salvador también es posible cuando la Aduana lo permita, que, con base a lo que el importador o su representante señalen, sea la misma aduana quien efectúe el cálculo de los derechos aduaneros e impuestos y los comunique al importador o su representante para que se realice el pago.

1.5. Despacho Aduanero

El despacho aduanero de las mercancías es un conjunto de actos y formalidades necesarias para someter las mercancías a un régimen aduanero (importación o zona franca por ejemplo). Inicia con la Aceptación de la Declaración Aduanera y concluye con el levante (autorización de retiro) de las mismas, ante la aduana. Todos los regímenes aduaneros y las modalidades de importación y exportación definitivas, está condicionada a que se cumplan los requisitos y formalidades aduaneras y no aduaneras (permisos sanitarios, por ejemplo), que sean exigibles en cada caso.

Asimismo, en el despacho aduanero se podrá transmitir electrónicamente la información (Teledespacho de la Declaración de Mercancías) a la aduana habilitada (que cuente con el sistema) para recibir esta transmisión.

Los usuarios del Servicio Aduanero pueden transmitir por la vía electrónica, entre otros documentos: las declaraciones de mercancías, certificados o certificaciones de origen, manifiestos de carga, conocimientos de embarque y cualquier otro documento requerido para realizar operaciones de comercio exterior, conforme a los requisitos y formalidades establecidos en la legislación aduanera o disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la Dirección General de Aduanas.

Los importadores o sus representantes tienen diversas obligaciones para realizar el despacho aduanero de las mercaderías, estas obligaciones se deben cumplir debidamente con el propósito de realizar de manera ágil y eficiente el despacho, así como para evitarse alguna sanción.

Las principales obligaciones relacionadas con el despacho de las mercaderías se han dividido en tres etapas para efecto práctico de su comprensión: 1) antes, 2) durante y 3) después del despacho.

1.5.1. Antes del Despacho aduanero

1. Los declarantes se tienen que inscribir en el Registro de Importadores, de conformidad con la Ley del Registro de Importadores, con excepción de: las personas y organismos pertenecientes al Cuerpo Diplomático o Consular, o que reciban tratamiento diplomático, así como los signatarios de bienes bajo las modalidades especiales de importación definitiva, tales el tráfico en envíos de socorro, de envíos postales y la importación del equipaje de viajeros y el menaje de casa.
2. Llevar contabilidad o registros. Llevar contabilidad formal y tenerla a disposición de la autoridad aduanera, los importadores que no estén obligados a llevar contabilidad, deben llevar registros especiales, esta información puede ser solicitada en cualquier momento por la Autoridad Aduanera al importador o su representante.
3. Utilizar servicios de agente o apoderado aduanero. La declaración de mercancías puede presentarse ante la aduana por un agente aduanero, o por un apoderado especial aduanero cuando la empresa tenga autorizado este apoderado. Existen casos además de los que la legislación puede establecer en que pueden realizarse estas operaciones sin la intervención de un agente aduanero o apoderado especial.
4. Cumplir con Regulaciones y Restricciones No Arancelarias (permisos sanitarios por ejemplo). Es necesario siempre previo al desaduanamiento de las mercaderías.

1.5.2. Durante el Despacho

- Presentar Declaración de Mercancías. Toda mercancía, para ser destinada a un régimen aduanero, deberá estar amparada en una declaración.
- Forma y medio de presentación de Declaración de Mercancías. La declaración de mercancías se presentará mediante transmisión electrónica o en los formularios autorizados por el Servicio Aduanero, previo cumplimiento de las formalidades aduaneras y pago anticipado de los derechos e impuestos, cuando corresponda.
- Condiciones de presentación de Declaración de Mercancías. Para la presentación de la Declaración de Mercancías deberá cumplirse, entre otras, con las condiciones siguientes: a) Que refieran a un sólo régimen aduanero. b) Que se presente en nombre de las personas que tengan derecho de disposición sobre las mercancías, salvo las excepciones legales. c) Que las mercancías se encuentren almacenadas en un mismo depósito. d) Que las mercancías estén consignadas en el respectivo manifiesto de carga, aunque existan varios documentos de transporte, salvo las excepciones legales. e) Otras que legalmente se establezcan.
- Medidas técnicas. El interesado también debe entregar a la autoridad aduanera los informes técnicos que permitan la identificación plena de las mercancías, tales como catálogos, diseños industriales, planos, folletos, etc.
- Disposición de mercancías. El declarante debe poner a disposición del funcionario aduanero las mercancías para que realice el reconocimiento físico, cuando esto corresponda y ser el mismo declarante quien realice la apertura de los bultos, su agrupamiento y demás operaciones necesarias para facilitar su inspección por parte de la aduana.

1.5.3. Posterior al Despacho

Conservar documentos. El importador o su representante deben conservar sus registros contables, registros especiales y la documentación de respaldo de las operaciones aduaneras que haya realizado durante el plazo de 5 años.

En la etapa posterior al despacho es posible que la administración aduanera realice fiscalizaciones para verificar las actuaciones de los importadores en las operaciones de comercio exterior realizadas en momentos anteriores.

1.6. Proceso de despacho

1. El declarante que tramita se apersona a la Aduana a la que transmitió la declaración de mercancías.
2. Presenta los siguientes documentos:
 - Dos ejemplares impresos de la declaración.
 - Los documentos originales que exige el régimen seleccionado.

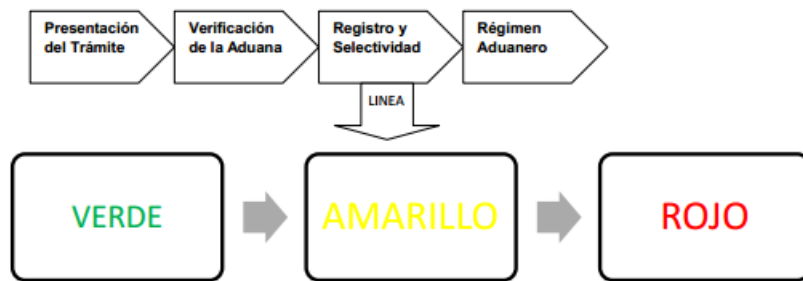


Figura 1.3: Proceso de despacho aduanero.

3. La Aduana verifica y valida la información de los documentos contra lo registrado.
4. Si el sistema aprueba, la declaración se registra y el mismo sistema lo somete a selectividad.
5. La declaración aduanera puede someterse a un régimen aduanero en el momento de su ingreso al país o a su llegada a la aduana destino, en donde se debe realizar el pago de los derechos aduaneros e impuestos. Esta posibilidad no aplica en los despachos anticipados (antes del arribo de la unidad de transporte al territorio aduanero de El Salvador), en donde, la aplicación de la selectividad sucederá en el momento de la transmisión y, si ésta arrojará como resultado la revisión física, ésta se realizara en la aduana interna de destinación de las mercancías. Si la transmisión y el pago se realizaron por la vía electrónica y no requiere permiso o control de importación, se omite el registro previo (segundo registro) de la declaración.
6. Del resultado de la selectividad: Si la declaración es anticipada y se sometió a un segundo registró, (es decir, los documentos originales de la declaración están en la aduana donde se efectuó el segundo registro), la declaración en frontera se tramitó (corrió) con los documentos de transporte. Las aduanas de ingreso e interna, deberán coordinar lo pertinente, para que la operación realizada se compile en un único expediente en la aduana que dio fin al trámite de internamiento. Para que esto suceda, la aduana de frontera o puerto de ingreso remite a la aduana interna de despacho o verificación, los documentos de transporte originales y guía de transito cuando proceda.

Resultado selectividad verde

El sistema indica Levante Automático, y el usuario recibe un ejemplar de la declaración firmando la aceptación del resultado y procede a retirar la mercancía

Resultado selectividad amarillo

El sistema indica Aforo Documental, se redirige la declaración y hay dos posibilidades:

- 1) Si se ha realizado segundo registro, se liquida en sistema y se procede al despacho de las mercancías, sin la exigencia de la declaración original y sus documentos.
- 2) Si no se ha realizado segundo registro, se exige la presentación de la declaración original y documentos.

Una vez verificado el cumplimiento de la revisión documental y verificados los requisitos no arancelarios (permisos de importación por ejemplo), el Funcionario designado por la autoridad, procede con la liquidación y autorización electrónica del Levante de las mercancías. El usuario recibe un ejemplar de la declaración firmando el que queda en poder de la aduana.

Resultado selectividad rojo

El sistema indica Verificación Inmediata hay dos posibilidades:

- 1) Si se encuentra en la aduana en donde se teledespachó la mercancía, el declarante debe poner la mercancía a disposición del funcionario designado por la autoridad para efectuar la revisión física.
- 2) Si se encuentra en la aduana de ingreso, debe enviar la mercancía en tránsito hacia la aduana de teledespacho, para poner la mercancía a disposición del funcionario designado por la autoridad para efectuar la revisión física.

1.7. Gestión de Riesgos Aduaneros

En el contexto de las operaciones del comercio internacional el *riesgo* se define como *la probabilidad de que no se cumpla con las leyes aduaneras*. Cada administración nacional debe establecer políticas y criterios para el adecuado manejo del riesgo.

En El Salvador, la DGA por medio de la Unidad de Gestión de Riesgo (**UGR**) aplica el análisis de riesgo, que en el ámbito aduanero se define como *el uso sistemático de la información disponible para determinar la frecuencia de los riesgos definidos y la magnitud de sus probables consecuencias*. Estos análisis son parte de lo que se conoce como **gestión de riesgo** que es *la aplicación sistemática de prácticas y procedimientos de gestión que proporcionan a la Aduana la información necesaria para manejar los movimientos del comercio exterior que presentan algún grado de riesgo*.

La gestión de riesgo se puede implementar de las siguientes maneras:

Gestión de riesgo estratégica. Mediante el estudio exhaustivo de la información, las administraciones aduaneras pueden identificar sectores de riesgo, descartar aquellos de menor importancia e intervenir solamente cuando sea necesario de acuerdo con la experiencia y el criterio práctico. Los sectores de riesgo en el contexto aduanero pueden incluir temas sociales (exclusión de drogas, pornografía, etc.), prohibiciones y restricciones respecto a las importaciones/exportaciones (por ejemplo, la fauna y flora protegida, propiedad intelectual, seguridad nacional, seguridad sanitaria, etc.).

Gestión de riesgo operacional. Consiste en la determinación del nivel de control necesario a los efectos de manejar eficazmente el riesgo evaluado. Por ejemplo la determinación de la aplicación de controles por auditoría a un importador, o cómo disponer del personal y equipamientos limitados de manera eficiente. Otra manera de plantearlo es que la administración deja de verificar todos los movimientos y se concentra en los movimientos seleccionados que presentan los mayores riesgos.

Gestión de riesgo táctica. Es empleada por los funcionarios en el lugar de trabajo para manejar situaciones inmediatas. Utilizando procedimientos preestablecidos, combinados con inteligencia, experiencia y destreza, ellos deciden qué movimientos requieren mayores controles. Este concepto está ligado con la *potestad aduanera*, el oficial de aduana puede determinar en el momento si una operación pasa a inspección física.

Para cada uno de los elementos que intervienen en una operación de comercio exterior, importador, agente aduanal, origen de las mercancías, régimen de importación – exportación, etc; se establece su *perfil de riesgo* que es una combinación de predeterminada de indicadores de riesgo, basada en la información recabada, analizada y categorizada.

El proceso de la gestión de riesgo se desarrolla por medio del Ciclo de Administración de Riesgo, el cual consta de los siguientes pasos:

- a) **Definición del contexto.** Esta etapa se refiere a la definición del contexto estratégico y organizacional dentro del cual se desarrollará la gestión de riesgo. Los sectores de riesgo deben ser identificados, se deberá definir tanto los criterios en función de los cuales serán evaluados como la estructura de análisis.
- b) **Identificación de riesgos.** Identificar cuáles son los riesgos que probablemente se puedan presentar, por qué y cómo pueden surgir los riesgos, como base para un análisis posterior.
- c) **Análisis de riesgo.** Determinar los controles y analizar los riesgos con respecto a su probabilidad y consecuencia.
- d) **Evaluación y priorización del riesgo.** Comparar los niveles de riesgo estimados en función de los criterios preestablecidos. Los riesgos se clasifican para efecto de identificar las prioridades de la gestión.
- e) **Manejo de riesgos.** Aceptar y seguir la evolución de los riesgos de baja prioridad. Con respecto a otros riesgos, desarrollar e implementar un plan de gestión que incluya la consideración de recursos (humanos, financieros y tecnológicos).
- f) **Supervisión, revisión y documentación.** Supervisar y revisar el funcionamiento, la eficiencia y la rentabilidad del sistema de gestión de riesgo así como los cambios que pudieran afectarlo.

1.8. Módulo de Gestión de Riesgo

El Módulo de Gestión de Riesgos (MGR) es una aplicación informática que permite a los funcionarios de la Unidad de Gestión de Riesgo registrar, modificar, consultar y monitorear las diversas *medidas* de control y facilitación relacionadas con el quehacer aduanero.

Se entenderá por *medida* la forma de plasmar o implementar una política de control. La medida puede ser de tres tipos: criterio experto, modelo probabilístico o método aleatorio.

El criterio experto, es un tipo de medida caracterizada por identificar o determinar un escenario muy preciso (operador, mercancía o lugar), el cual es sometido a un determinado nivel de control o facilitación. Asimismo, en la medida se establece la acción que se realiza tanto cuando se cumple la condición determinada por la medida, como cuando sucede lo contrario.

El segundo tipo de medida es el modelo probabilístico, cuya característica principal se basa en identificar el patrón de comportamiento del documento al cual se desea evaluar el riesgo (declaración de aduanas, declaración de courier, manifiesto de carga, entre otros), para lo cual se hace un estudio de los registros históricos que se dispone. En ese sentido, se hace uso de técnicas estadísticas y matemáticas que permiten evaluar la información histórica e identificar las variables más importantes y relevantes del documento. Identificando el patrón de comportamiento, se puede detectar de manera objetiva la posibilidad de ocurrencia del riesgo cuando ingresa un nuevo documento. Dicha medida constituye de manera automatizada un modelo de regresión logística tomando como variables diferentes campo de las declaración de mercancías y el cruce con otras fuentes de datos que cuenta la DGA, seleccionadas a criterio del auditor de riesgo.

Finalmente, el tercer tipo de medida es el método aleatorio cuyo fin es seleccionar algún documento basado en criterios muy generales o poco precisos. La intención de este tipo de medida es poder verificar si existen otros patrones de comportamiento que no han logrado ser identificados con los dos tipos de medidas anteriores. Además esta medida tiene como efecto asegurar que siempre exista una acción que determine el riesgo de la operación.

La política de control es la directriz o normativa emanada por la institución (o unidad dentro de la institución) autorizada para regular el control y facilitación de mercancías y/o personas.

Además de este tipo de medidas el MGR tiene implementada lo que es la *Ley de Benford* que permite detectar a los contribuyentes o agentes de aduana que han estado declarando históricamente datos numéricos que no son creíbles dado la frecuencia con que se utilizan sus dígitos. Entre los datos que se pueden analizar se puede citar al precio FOB² de mercancías o su respectivo peso bruto.

Las opciones disponibles en el módulo permiten realizar un análisis histórico de dicho comportamiento (tanto para contribuyentes como agentes de aduana), y visualizar las respectivas frecuencias encontradas para cada uno de sus dígitos.

En el módulo la Ley de Benford se aplica para detectar la frecuencia con que se utilizan los números en el primer, segundo y tercer dígito de los precios FOB o peso bruto. Dichas frecuencias luego se contrastan estadísticamente mediante una prueba Ji-cuadrado.

Durante la fase de análisis, el analista de riesgo puede también realizar simulaciones que permiten evaluar el comportamiento de las medidas previamente a su implementación. Si los indicadores obtenidos en esta fase no están en línea con la política de control o facilitación, es posible realizar ajustes o modificaciones a las medidas, repitiendo nuevamente el proceso de simulación, hasta obtener los indicadores buscados.

1.9. Niveles de Selectividad

Como un método de respuesta al riesgo se implementan, en el momento que las declaraciones de mercancías se ingresan en el sistema informático de la DGA, los canales de selectividad para las operaciones de comercio exterior. Estos canales de selectividad se relacionan con un *semáforo* donde cada color establece una acción a realizar dentro los recintos aduaneros, las acciones para cada color son:

Verde (Levante automático). Indica que el contribuyente, importador-exportador, puede realizar el retiro de sus mercancías de manera inmediata, teniendo que observar únicamente el pago de los tributos aduaneros.

Amarillo (Revisión documental). El contribuyente debe presentar ante el oficial de aduanas la documentación

²FOB (Free on Board), corresponde al precio de venta de los bienes embarcados a otros países, puestos en el medio de transporte.

que ampara la operación, por ejemplo, facturas de las mercancías, permisos si son requeridos, certificados de origen, etc.

Rojo (Revisión física). Es el nivel máximo del control, establece que las mercancías deben ser inspeccionadas físicamente y contrastadas con la información documental presentada por el contribuyente, de esta inspección se levanta un acta en la cual se detallan todos los hallazgos determinados por el funcionario de aduanas. De estos hallazgos algunos son tipificados en la legislación aduanera como infracciones para las cuales se levanta la multa respectiva.

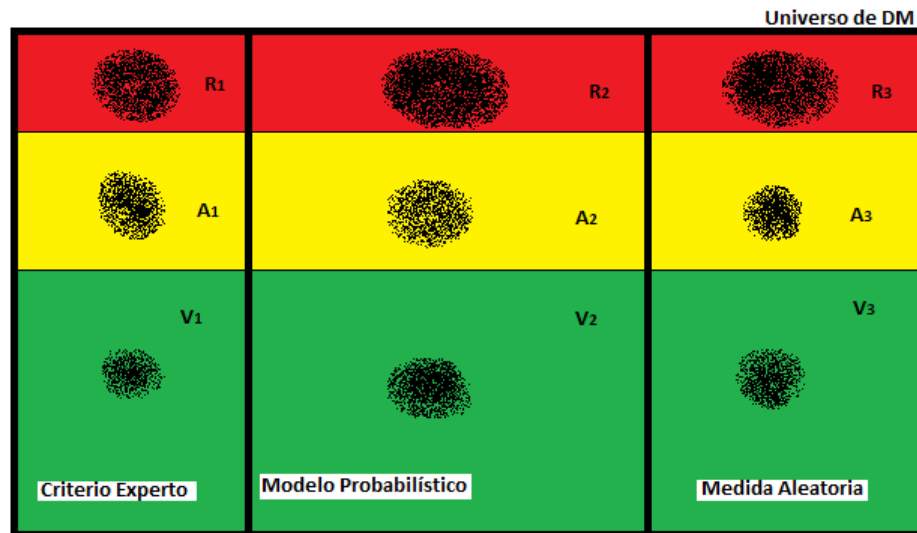


Figura 1.4: Distribución de la selectividad de la población de DM. En negro se representan las declaraciones que han resultado con infracción.

1.10. Infracciones y Sanciones aduaneras

Las infracciones y sanciones relacionadas con las operaciones y actividades aduaneras están comprendidas en la Ley Especial para Sancionar Infracciones Aduaneras.

1.10.1. Infracciones

Las infracciones son conductas que la ley ha definido como acciones u omisiones que incumplen las normas aduaneras, acuerdos, convenios, tratados y otros instrumentos en materia de comercio y las demás que regulan el ingreso y salida de mercancías del territorio nacional; en otras palabras, una infracción es toda trasgresión o tentativa de trasgresión de la legislación aduanera. De esta manera, las infracciones aduaneras se clasifican en:

- administrativas, b) tributarias y c) penales.

Infracciones Administrativas

Infracciones Administrativas son aquellos actos u omisiones definidos en la ley, que constituyen un incumplimiento de las normas aduanera o la normativa establecida en acuerdos, convenios, tratados y otros instrumentos en materia de comercio, pero que no causen un perjuicio fiscal, (es decir que no implique que el estado ha dejado de cobrar como resultado de la acción del infractor), pero que no ha sido definida como un delito.

Las infracciones administrativas en materia aduanera están definidas en el artículo 5 de la Ley Especial para Sancionar Infracciones Aduaneras. Se recomienda al lector referirse a esta ley para mayor detalle.

Se presentan ejemplos de estas definiciones de infracción:

a) Transitar fuera de las rutas establecidas o el incumplimiento de los plazos fijados para el régimen de tránsito aduanero, sin que exista causa justificada susceptible de ser calificada por la autoridad aduanera como caso fortuito o fuerza mayor;

b) La presentación fuera del plazo de 45 días para el Depósito Temporal y de un año para el Régimen a Depósito de Aduanas de la declaración de mercancías y de los demás documentos requeridos según el régimen u operación aduanera de que se trate;

c) El no conservar o mantener archivados, completos y en buen estado por un período de cinco años contados a partir de la fecha de aceptación de la declaración de mercancías respectiva, los documentos y registros necesarios para establecer y comprobar el exacto cumplimiento de la obligación tributaria aduanera, sin perjuicio de considerar esta conducta como un indicio del cometimiento de infracciones tributarias penales e iniciar la investigación conducente;

d) El impedimento o entorpecimiento a las acciones que la Dirección General deba ejercer para el control de los regímenes aduaneros, sin perjuicio de considerar esta conducta como un indicio del cometimiento de infracciones tributarias penales e iniciar la investigación conducente;

e) Negarse a proporcionar copia firmada y sellada por el contribuyente, de los documentos que la Dirección General requiera, así como, no entregar la información que sea requerida por la Dirección General o por sus auditores, contenida en libros, registros, archivos, soportes magnéticos o cualquier otro medio material, sobre hechos que se esté obligado a conocer, con relación a sus propias actividades.

f) Las demás señaladas en la legislación aduanera vigente.

Infracciones Tributarias

Infracciones Tributarias son aquellos actos u omisiones definidos en la Ley, que constituyen incumplimiento de la normativa aduanera o de la normativa establecida en acuerdos, convenios, tratados y otros instrumentos en materia de comercio que causen perjuicio fiscal, (es decir que implique que el estado ha dejado de cobrar como resultado de la acción del infractor) pero que no son un delito. Se recomienda al lector referir esta ley para mayor detalle.

Se presentan ejemplos de estas definiciones de infracción:

a) La no presentación de la declaración de mercancías ante la Autoridad Aduanera y la falta de pago de los tributos dentro del plazo legalmente establecido o efectuar la declaración de mercancías de importación o exportación definitivas con omisiones o inexactitudes en su información.

b) La obtención de exenciones o beneficios de derechos e impuestos a la importación sobre mercancías que no reúnen las condiciones prescritas en las respectivas leyes para su otorgamiento o cuando el beneficiario no tuviere derecho a gozar de la misma o presente una solicitud de trato arancelario preferencial inválida; así mismo, cuando el importador mediante escrito solicite una resolución o criterio anticipado, amparándola en información falsa u omita circunstancias o hechos relevantes relacionados con dicha solicitud, o no actúa de conformidad con los términos o condiciones de la resolución o criterio anticipado, obteniendo con dicha conducta exenciones de derechos o impuestos o cualquier beneficio fiscal.

c) La existencia injustificada de excedentes de mercancías en relación con las consignadas en los manifiestos de carga, que no hayan sido consignadas en la declaración respectiva, sin perjuicio de los derechos e impuestos a la importación que deberán pagarse por tales excedentes.

d) No presentar la declaración de importación definitiva y no haber cancelado en su totalidad los respectivos impuestos a la importación, que correspondan a los vehículos ingresados bajo el régimen especial de importación temporal de que gozan los importadores y distribuidores de vehículos usados.

Infracciones Penales

Las infracciones penales son acciones u omisiones dolosas o culposas que se consideran un delito por la ley que incumplen o violan en materia aduanera o acuerdos, convenios, tratados y otros instrumentos en materia de comercio.

Estas acciones pueden provocar un perjuicio fiscal es decir que implique que el estado ha dejado de cobrar como resultado de la acción del infractor.

También se considera Infracción Penal evitar eludir, alterar, impedir o imposibilitar que la aduana o la autoridad puede efectuar sus actividades de control o causar daño a los medios utilizados en el ejercicio de dicha función, un ejemplo a lo anterior es el delito de contrabando.

El Contrabando es una acción que pretende evitar completamente el control de la autoridad durante las operaciones de importación y exportación y que provoca como resultado un perjuicio económico para la hacienda pública o pone en riesgo el país por evadir los controles sanitarios.

Algunos ejemplos que se encuentran en la Ley respectiva son:

a) El ingreso al país o la salida del mismo eludiendo los controles aduaneros, la tenencia o el comercio ilegítimos de productos estancados o de importación o de exportación prohibidas;

b) La introducción de mercancías gravadas al territorio nacional o la salida del mismo por lugares no habilitados legalmente para ello;

c) La ocultación de mercancías al momento de su ingreso o salida del país por las aduanas o cualquier otra forma que pueda reputarse como clandestina, de manera que las mismas se sustraigan del control aduanero;

d) La descarga y carga de mercancías extranjeras en lugares no habilitados y sin la autorización respectiva; entre otros.

1.10.2. Sanciones

La sanción es el castigo que impone la autoridad administrativa o judicial cuando se comprueba la violación a una infracción o delito.

Tipos de sanciones se aplican en aduanas

Las sanciones en aduanas pueden abarcar desde la aplicación de multas, suspensiones y cancelaciones, hasta la pena de prisión, en la Ley que se ha mencionado y de la que se recomienda su lectura se definen también los casos de agravantes y el procedimiento para aplicar las sanciones, y el derecho de la autoridad de secuestrar (confiscar) las mercaderías y de sus medios de transporte.

Esta misma ley también indica los derechos de las personas a los que se les inicie una investigación por supuestamente haber cometido una infracción aduanera y los recursos administrativos, u otros derechos contemplados en la legislación de El Salvador para ejercer su defensa.

Capítulo 2

Modelos estadísticos

2.1. El Modelo Logístico

Sea Y una variable dependiente binaria (con dos posibles valores: 0 y 1). Sea un conjunto de k variables independientes, (X_1, X_2, \dots, X_k) , observadas con el fin de predecir o explicar el valor de Y .

El objetivo consiste en determinar

$$P(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k) \rightarrow P(Y = 0|X_1, X_2, \dots, X_k) = 1 - P(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k)$$

Para ello, se construye el modelo $P(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k) = p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)$ donde:

$$p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta) : \mathbb{R}^k \rightarrow [0, 1]$$

que depende de un vector de parámetros $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$.

Función de verosimilitud

Con el fin de estimar $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ y analizar el comportamiento del modelo estimado se toma una muestra aleatoria de tamaño n dada por $(x_i, y_i)_{i=1, \dots, n}$ donde el valor de las variables independientes es $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$ e $y_i \in [0, 1]$ es el valor observado de Y en el i -ésimo elemento de la muestra.

Como $(Y|X_1, X_2, \dots, X_k) \in [p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta), 1]$ la función de verosimilitud esta dada por:

$$L[\beta|(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)] = \prod_{i=1}^n p_i^{y_i} (1 - p_i)^{1-y_i}$$

donde

$$p_i = p(x_i; \beta) = p[(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}); \beta]_{i=1, 2, \dots, n}.$$

$$\text{Modelo Lineal: } \begin{cases} 0 & \text{si } \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \leq c_0 \\ \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k & \text{si } c_0 < \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \leq c_1 \\ 1 & \text{si } \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k > c_1 \end{cases}$$

con c_0 y c_1 constantes.

Modelo Logit (Modelo de regresión logística binaria): $p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta) = G[\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k]$
 donde $G(x) = \frac{e^x}{1 + e^x}$ función de distribución logística.

Modelo Probit : $p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta) = \phi[\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k]$ donde ϕ es la función de distribución normal estándar $\mathcal{N}(0, 1)$.

Modelo de regresión logística binaria.

El modelo logístico establece las siguiente relación entre la probabilidad de que ocurra el suceso, dado que el individuo presenta los valores $(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_k = x_k)$:

$$P[Y = 1|x_1, x_2, \dots, x_k] = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}}.$$

El objetivo es determinar los coeficientes $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$ que mejor se ajusten a la expresión funcional por medio de la función de máxima verosimilitud.

Interpretación del modelo

Se conoce como *odds* (ratio del riesgo) al cociente de probabilidades:

$$\begin{aligned} Odds &= \frac{P[Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k]}{P[Y = 0|X_1, X_2, \dots, X_k]} & (2.1) \\ &= \frac{P[Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k]}{1 - P[Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k]} \\ &= \frac{p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)}{1 - p(X_1, X_2, \dots, X_k; \beta)} \\ Odds &= e^{\beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k} & (2.0) \end{aligned}$$

se toma $X_1 = 1$.

El *Odd* toma el cociente de probabilidades entre que ocurra un suceso respecto de que no se presente el suceso. En medicina, por ejemplo, el ratio del riesgo, habitualmente, indica la presencia de una determinada enfermedad objeto del análisis.

Tomando logaritmos natural en la expresión (2.0), se obtiene una expresión lineal para el modelo:

$$Logit[P(Y = 1)] = \ln \left[\frac{P[Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k]}{1 - P[Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_k]} \right] = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (2.0)$$

Se aprecia que el estimador del parámetro β_2 se podría interpretar como la variación en el *término Logit* (logaritmo natural del cociente de probabilidades) originada por una variación unitaria en la variable X_2 (suponiendo el resto de variables como constantes). Otra manera de expresarlo puede ser que β_j indica el incremento de la probabilidad de que ocurra el evento cuando se presenta un aumento en la variable X_j manteniendo el resto de variables constantes.

Cuando se hace referencia al incremento unitario en una de las variables explicativas del modelo, aparece el concepto de *odds - ratio* como el cociente entre los dos odds asociados (el obtenido al realizar el incremento y el anterior al incremento).

Suponiendo que ha habido un incremento unitario en la variable X_i : *Odds-ratio* (OR) = $\frac{Odds2}{Odds1} = e^{\beta_i}$.

De donde se desprende que, un coeficiente β_i cercano a cero, es decir, un odds-ratio próximo a uno, indicará que cambios en la variable explicativa X_i asociada no tendrán efecto alguno sobre la variable dependiente Y .

Otra interpretación que se puede dar del OR es que si OR es uno, los *Odds* para los dos sucesos son iguales, con lo que las probabilidades de ocurrencia en los dos sucesos serán iguales, ya que $p = Odds/(Odds + 1)$ vale lo mismo para los dos sucesos. Si $OR > 1$ el éxito es más ventajoso sobre el fracaso en el primer suceso. Si $OR < 1$ el éxito es más ventajoso sobre el fracaso en el segundo suceso.

Estimación por intervalos y contrastes de hipótesis sobre los coeficientes

Según el Teorema Central del Límite, los estimadores por máxima verosimilitud de los parámetros del modelo logístico son asintóticamente normales y su matriz de varianzas covarianzas es la inversa de la matriz de información de Fisher que aparece en el algoritmo de maximización de la función de verosimilitud.

De esta forma, un intervalo de confianza al $(1 - \alpha)\%$ para el estimador del coeficiente β_i del modelo será:

$$\beta_i \pm Z_{\alpha/2} \hat{\sigma}(\hat{\beta}_i).$$

El estadístico para el contraste:

$$H_0 : \beta_i = \beta_{i0}$$

$$H_1 : \beta_i \neq \beta_{i0}$$

será

$$Z = \frac{\hat{\beta}_i - \beta_{i0}}{\hat{\sigma}(\hat{\beta}_i)} \rightarrow \mathcal{N}(\beta_{i0}, \hat{\sigma}(\hat{\beta}_i))$$

con región crítica

$$|Z| > Z_{\alpha/2}.$$

También suele utilizarse para el contraste el estadístico de Wald definido como $W = Z^2$, el cual presenta una distribución χ^2 con un grado de libertad, por lo cual la región crítica de este contraste es $W > \chi_{1,\alpha}^2$, para un nivel de confianza $(1 - \alpha)\%$.

En el modelo es muy interesante contrastar la hipótesis $\beta_i = 0$ para $i = 1, 2, \dots, k$, por que no rechazar esta hipótesis para un valor de i implica que la variable Y no depende de X_i , y por lo tanto no debería estar incluida en el modelo.

Diagnósticos del modelo.

Mediante el análisis de los residuos del modelo y de su influencia en la estimación del vector de parámetros se evalúa la bondad del ajuste.

Residuos estandarizados (residuos de Pearson):

$$z_i = \frac{y_i - \hat{p}_i}{\sqrt{\hat{p}_i(1 - \hat{p}_i)}}$$

Si el modelo es correcto los errores tendrán una distribución normal con media cero y varianza uno.

El estadístico $\chi_0^2 = \sum_i z_i^2$ permite realizar un contraste global de la bondad del ajuste. Se distribuye asintóticamente como una χ^2 con $(n - k - 1)$ grados de libertad, donde $k + 1$ es el número de parámetros en el modelo.

Medidas de influencia.

Cuantifican la influencia que cada observación ejerce sobre la estimación del vector de parámetros o sobre las predicciones hechas a partir del mismo de forma que, cuanto más grande son, mayor es la influencia que ejerce una observación en la estimación del modelo.

- Medida de apalancamiento (Leverage). Denotado por $W = \text{diagonal}[\hat{p}_i(1 - \hat{p}_i)]$, se calcula a partir de la matriz

$$H = \sqrt{W}X(X'WX)^{-1}X'\sqrt{W} \quad (2.-2)$$

El apalancamiento para las observación i -ésima viene dado por el elemento i -ésimo $h_{ii} \in (0, 1)$ con valor medio de p/n .

- Distancia de Cook. Mide el impacto que tiene una observación en la estimación de los parámetros. Cuantifica la influencia en la estimación de β , se obtiene como

$$C_i = \frac{1}{k\hat{\sigma}^2}[\hat{\beta} - \hat{\beta}_{(i)}]'(X'WX)[\hat{\beta} - \hat{\beta}_{(i)}]$$

donde $\hat{\beta}_{(i)}$ son estimaciones de máxima verosimilitud de β quitando la observación i .

2.2. Análisis de Componentes Principales

En el análisis en componentes principales se dispone de una muestra de tamaño n acerca de p variables X_1, X_2, \dots, X_p (tipificadas o expresadas en desviaciones respecto de su media) inicialmente correlacionadas, para posteriormente obtener a partir de ellas un número $k \leq p$ de variables incorrelacionadas Z_1, Z_2, \dots, Z_k que sean combinación lineal de las variables iniciales y que expliquen la mayor parte de su variabilidad.

La primera componente principal, al igual que las restantes, se expresa como combinación lineal de las variables originales como $Z_1 = Xu_1$, que en forma matricial equivale a:

$$\begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \\ \vdots \\ Z_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{p2} \\ & \vdots & & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \vdots \\ u_{1p} \end{bmatrix}.$$

Tanto si las X_j están tipificadas, como si están expresadas en desviaciones respecto de su media muestral, la media de Z_1 es cero, esto es, $E[Z_1] = E[Xu_1] = E[X]u_1 = 0$.

La varianza de Z_1 será:

$$V(Z_1) = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{1i}^2}{n} = \frac{1}{n}Z_1'Z_1 = \frac{1}{n}u_1'X'Xu_1 = u_1' \left[\frac{1}{n}X'X \right] u_1 = u_1'V(X)u_1$$

Si las variables están expresadas en desviaciones respecto a la media, la expresión $\frac{1}{n}X'X$ (matriz de inercia) es la matriz de covarianzas muestral que denominará por V (caso más general) y para variables tipificadas $\frac{1}{n}X'X$ es la matriz de correlaciones R .

La primera componente Z_1 se obtiene de forma que su varianza sea máxima y sujeta a la restricción de que la suma de los pesos u_{1j} al cuadrado sea igual a la unidad, es decir, la variable de los pesos o ponderaciones $(u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1p})'$ se toma normalizada.

Se trata entonces de hallar Z_1 maximizando $V(Z_1) = u_1'Vu_1$ sujeto a la restricción $\sum_{i=1}^p u_{1j}^2 = u_1'u_1 = 1$

Para resolver este problema de optimización con restricciones se aplica el método de los multiplicadores de Lagrange considerando la función lagrangiana:

$$L = u_1'Vu_1 - \lambda(u_1'u_1 - 1)$$

derivando con respecto a u_1 e igualando a cero, se tiene:

$$\frac{\partial L}{\partial u_1} = 2Vu_1 - 2\lambda u_1 = 0 \Rightarrow (V - \lambda I)u_1 = 0$$

el sistema homogéneo en u_1 tiene solución si el determinante de la matriz de los coeficientes es nulo, es decir, $|V - \lambda I| = 0$. Lo que es equivalente a decir que λ es un valor propio de la matriz V .

En la ecuación $(V - \lambda I)u_1 = 0$ podemos multiplicar por u_1' a la derecha, con lo que se tiene

$$u_1'(V - \lambda I)u_1 = 0 \Rightarrow u_1'Vu_1 = \lambda \Rightarrow V(Z_1) = \lambda.$$

Por lo tanto, para maximizar $V(Z_1)$ se toma el mayor valor propio λ de la matriz V .

Tomando λ_1 como el mayor valor propio de V y tomando u_1 como su vector propio asociado normalizado ($u_1'u_1 = 1$), ya se tiene definido el vector de ponderaciones que se aplica a las variables iniciales para obtener la primera componente principal, componente que vendrá definida como

$$Z_1 = Xu_1.$$

La segunda componente principal, al igual que las restantes, se expresa como combinación lineal de las variables originales,

$$Z_2 = Xu_2,$$

que en forma matricial equivale a:

$$\begin{bmatrix} Z_{21} \\ Z_{22} \\ \vdots \\ Z_{2n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{p2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{21} \\ u_{22} \\ \vdots \\ u_{2p} \end{bmatrix}.$$

De nuevo se tiene que si las X_j están tipificadas, como si están expresadas en desviaciones respecto de su media muestral, la media de Z_2 es cero, es decir, $E[Z_2] = E[Xu_2] = E[X]u_2 = 0$.

La varianza de Z_2 será:

$$V(Z_2) = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{2i}^2}{n} = \frac{1}{n}Z_2'Z_2 = \frac{1}{n}u_2'X'Xu_2 = u_2' \left[\frac{1}{n}X'X \right] u_2 = u_2'Vu_2$$

La segunda componente Z_2 se obtiene de forma que su varianza sea máxima y sujeta a la restricción de que la suma de los pesos u_{2j} al cuadrado sea igual a la unidad, es decir, la variable de los pesos o ponderaciones $(u_{21}, u_{22}, \dots, u_{2p})'$ se toma normalizada.

Por otra parte como Z_1 y Z_2 han de estar incorreladas se tiene que

$$0 = E[Z_2'Z_1] = E[u_2'X'Xu_1] = u_2E[X'X]u_1 = u_2'Vu_1.$$

También se sabe que $Vu_1 = \lambda_1u_1$, u_1 es vector propio asociado al valor propio λ_1 . Si se multiplica por u_2' a la derecha se obtiene:

$$0 = u_2'Vu_1 = \lambda u_2'u_1 \Rightarrow u_2'u_1 = 0$$

con lo que u_2 y u_1 son ortogonales.

Se trata entonces de hallar Z_2 maximizando $V(Z_2) = u_2'Vu_2$ sujeto a las restricciones $u_2'u_2 = 1$ y $u_2'Vu_1 = 0$.

Para resolver este problema de optimización con dos restricciones se aplica el método de los multiplicadores de Lagrange considerando la función lagrangiana:

$$L = u_2'Vu_2 - 2\mu(u_2'Vu_1) - \lambda(u_2'u_2 - 1)$$

derivando con respecto a u_2 e igualando a cero, se tiene:

$$\frac{\partial L}{\partial u_2} = 2Vu_2 - 2\mu Vu_1 - 2\lambda u_2 = 0$$

dividiendo por 2 y multiplicando por la izquierda por u_1' se tiene

$$u_1'Vu_2 - \mu u_1'Vu_1 - \lambda u_1'u_2 = 0$$

y como $Vu_1 = \lambda_1u_1$, entonces $u_1'Vu_1 = \lambda_1u_1'u_1$, con lo que la igualdad se puede reescribir como

$$\lambda_1 u_1'u_2 - \mu V[Z_1] - \lambda u_1'u_2 = 0$$

pero

$$u_1'u_2 = 0 \Rightarrow \mu V[Z_1] = 0 \Rightarrow \mu = 0$$

de donde

$$\frac{\partial L}{\partial u_2} = 2Vu_2 - 2\lambda u_2 = 0 \Rightarrow (V - \lambda I)u_2 = 0$$

En la ecuación $(V - \lambda I)u_2 = 0$ podemos multiplicar por u_2' a la derecha, con lo que se tiene que

$$u_2'(V - \lambda I)u_2 = 0 \Rightarrow u_2'Vu_2 = \lambda \Rightarrow V(Z_2) = \lambda.$$

Por lo tanto, para maximizar $V(Z_2)$ se debe tomar el segundo mayor valor propio λ de la matriz V , el mayor lo toma la primera componente.

Tomando λ_2 como el segundo mayor valor propio de V y tomando u_2 como su vector propio asociado normalizado ($u_2'u_2 = 1$), ya se tiene definido el vector de ponderaciones que se aplica a las variables iniciales para obtener la segunda componente principal, componente que vendrá definida como:

$$Z_2 = Xu_2.$$

De forma similar, la componente principal h -ésima se define como $Z_h = Xu_h$ donde u_h es el vector propio de V asociado a su h -ésimo mayor valor propio. Suele denominarse también a u_h eje factorial h -ésimo.

Varianza de las componentes.

En el proceso de obtención de las componentes principales presentado anteriormente se vio que la varianza de la componente h -ésima es

$$V(Z_h) = u_h' V u_h = \lambda_h.$$

Es decir, la varianza de cada componente es igual al valor propio de la matriz V .

Como es de esperar, la medida de la variabilidad de las variables originales es la suma de sus varianzas, dicha variabilidad será:

$$\sum_{h=1}^p V(X_h) = \text{traza}(V)$$

ya que las varianzas de las variables son los términos que aparecen en la diagonal de la matriz de varianzas covarianzas V .

Ahora bien, como V es una matriz real simétrica, por la diagonalización de matrices, existe una matriz ortogonal P , ($P^{-1} = P'$), tal que $P'VP = D$, siendo D diagonal con los valores propios de V ordenados de mayor a menor en la diagonal principal. Por lo tanto

$$\text{traza}(P'VP) = \text{traza}(D) = \sum_{h=1}^p \lambda_h$$

pero

$$\text{traza}(P'VP) = \text{traza}(VPP') = \text{traza}(VI) = \text{traza}(V)$$

con lo que se puede escribir

$$\sum_{h=1}^p V(X_h) = \text{traza}(V) = \text{traza}(P'VP) = \text{traza}(D) = \sum_{h=1}^p \lambda_h = \sum_{h=1}^p V(Z_h)$$

Se ha comprobado, además, que la suma de las varianzas de las variables (inercia total de la nube de puntos) es igual a la suma de las varianzas de las componentes principales e igual a la suma de los valores propios de la matriz de varianzas covarianzas muestral V .

La proporción de la variabilidad total recogida por la componente principal h -ésima (porcentaje de inercia explicada por la componente principal h -ésima) vendrá dada por:

$$\frac{\lambda_h}{\sum_{h=1}^p \lambda_h} = \frac{\lambda_h}{\text{traza}(V)}$$

Si las variables están tipificadas, $V = R$ y $\text{traza}(V) = \text{traza}(R) = p$, con lo que la proporción de la componente h -ésima en la variabilidad total será λ_h/p .

También se define el porcentaje de inercia explicada por las k primeras componentes principales (o ejes factoriales) como:

$$\frac{\sum_{h=1}^k \lambda_h}{\sum_{h=1}^p \lambda_h} = \frac{\sum_{h=1}^k \lambda_h}{\text{traza}(V)}$$

Puntuaciones o medición de las componentes

Una vez calculados los coeficientes u_{hj} (componentes del vector propio normalizado asociado al valor propio h -ésimo de la matriz $V = X'X/n$ relativo a la componente principal Z_h), se pueden obtener las puntuaciones Z_{hj} , es decir, los valores de las componentes correspondientes a cada observación, a partir de la siguiente relación:

$$Z_{hi} = u_{h1}X_{1i} + u_{h2}X_{2i} + \cdots + u_{hp}X_{pi} \quad h = 1, 2, \dots, p \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Si las componentes se dividen por su desviación típica se obtienen las componentes tipificadas. Por lo tanto, si se denota por Y_h a la componente Z_h tipificada se tiene

$$Y_h = \frac{Z_h - E[Z_h]}{\sqrt{V(Z_h)}} = \frac{Z_h}{\sqrt{\lambda_h}}$$

Por lo cual las puntuaciones tipificadas serán:

$$\frac{Z_{hi}}{\sqrt{\lambda_h}} = \frac{u_{h1}}{\sqrt{\lambda_h}}X_{1i} + \frac{u_{h2}}{\sqrt{\lambda_h}}X_{2i} + \cdots + \frac{u_{hp}}{\sqrt{\lambda_h}}X_{pi} \quad h = 1, 2, \dots, p \quad i = 1, 2, \dots, n$$

que se puede escribir como

$$Y_{hi} = c_{h1}X_{1i} + c_{h2}X_{2i} + \cdots + c_{hp}X_{pi}, \quad c_{hi} = \frac{u_{hi}}{\sqrt{\lambda_h}} \quad h = 1, 2, \dots, p \quad i = 1, 2, \dots, n$$

La matriz formada por los coeficientes c_{hi} suele denominarse *matriz de coeficientes de puntuaciones de los factores*.

2.3. Análisis Discriminante, Clasificación con dos grupos

Se trata de estudiar la aplicación del análisis discriminante a la clasificación de individuos en el caso de que dichos individuos se puedan asignar solamente a dos grupos a partir de k variables clasificadoras. Este problema lo resolvió Fisher analíticamente mediante su función discriminante.

La **función discriminante de Fisher** D se obtiene como función lineal de k variables explicativas como:

$$D = u_1X_1 + u_2X_2 + \cdots + u_kX_k$$

Se trata de obtener los coeficientes de ponderación u_j . Si se considera que existen n observaciones, se puede expresar la función discriminante para cada observación

$$D_i = u_1X_{1i} + u_2X_{2i} + \cdots + u_kX_{ki} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

D_i es la puntuación discriminante correspondiente a la observación i -ésima. Expresando las variables explicativas en desviaciones respecto a la media, D_i también lo estará y la relación se puede expresar matricialmente

$$\begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{k1} \\ X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & & & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_k \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{d} = \mathbf{X}\mathbf{u}$$

La variabilidad de la función discriminante se expresa como $\mathbf{d}'\mathbf{d} = \mathbf{u}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\mathbf{u}$. La matriz $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ es una matriz simétrica expresada en desviaciones respecto a la media, por lo que puede considerarse como la matriz \mathbf{T} de suma de cuadrados (SCPC) total de las variables (explicativas) de la matriz \mathbf{X} . Según la teoría del análisis multivariante de la varianza, $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ se puede descomponer en la suma de la matriz entre grupos \mathbf{F} y la matriz intragrupos \mathbf{V} (o residual), es decir

$$\mathbf{X}'\mathbf{X} = \mathbf{T} = \mathbf{F} + \mathbf{V}$$

por lo tanto

$$\mathbf{d}'\mathbf{d} = \mathbf{u}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\mathbf{u} = \mathbf{u}'\mathbf{T}\mathbf{u} = \mathbf{u}'\mathbf{F}\mathbf{u} + \mathbf{u}'\mathbf{V}\mathbf{u}$$

En la igualdad anterior \mathbf{T} , \mathbf{F} y \mathbf{V} son calculables con los datos muestrales mientras que los coeficientes u_i están por determinar. Fisher obtuvo los u_i maximizando la razón de la variabilidad entre grupos respecto de la variabilidad intragrupos. La razón de ser de este criterio es la obtención del eje discriminante de forma que las distribuciones proyectadas sobre el mismo estén lo más separadas posible entre sí (mayor variabilidad entre grupos) y, al mismo tiempo, que cada una de las distribuciones esté lo menos dispersa (menor variabilidad dentro de los grupos). Análíticamente, el criterio de Fisher lleva a la maximización de λ , donde

$$\lambda = \frac{\mathbf{u}'\mathbf{F}\mathbf{u}}{\mathbf{u}'\mathbf{V}\mathbf{u}}.$$

La solución al problema de maximización se obtienen derivando λ con respecto a \mathbf{u} e igualando a cero, así

$$\frac{\partial \lambda}{\partial \mathbf{u}} = \frac{2\mathbf{F}\mathbf{u}(\mathbf{u}'\mathbf{V}\mathbf{u}) - 2\mathbf{V}\mathbf{u}(\mathbf{u}'\mathbf{F}\mathbf{u})}{(\mathbf{u}'\mathbf{V}\mathbf{u})^2} = 0 \Rightarrow 2\mathbf{F}\mathbf{u}(\mathbf{u}'\mathbf{V}\mathbf{u}) - 2\mathbf{V}\mathbf{u}(\mathbf{u}'\mathbf{F}\mathbf{u}) = 0$$

de donde

$$\mathbf{F}\mathbf{u} - \mathbf{V}\mathbf{u} \frac{\mathbf{u}'\mathbf{F}\mathbf{u}}{\mathbf{u}'\mathbf{V}\mathbf{u}} = 0 \Rightarrow \mathbf{F}\mathbf{u} = \mathbf{V}\mathbf{u}\lambda \Rightarrow \mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}\mathbf{u} = \lambda\mathbf{u}$$

Por lo tanto, la ecuación para la obtención del primer eje discriminante $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}\mathbf{u} = \lambda\mathbf{u}$ se traduce en la obtención de un vector propio \mathbf{u} asociado a la matriz no simétrica $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}$.

De los valores propios λ que se obtienen al resolver la ecuación $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}\mathbf{u} = \lambda\mathbf{u}$ se retiene el mayor, ya que precisamente λ es la ratio que queremos maximizar y \mathbf{u} es el vector característico asociado al mayor valor propio de la matriz $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}$.

Dado que λ es la ratio a maximizar, nos medirá, una vez calculado, el poder discriminante del primer eje discriminante. En este caso no se necesita más ejes discriminantes, pues se esta realizando un análisis discriminante con dos grupos.

En un caso general de análisis discriminante con G grupos ($G > 2$), el número máximo de ejes discriminantes que se pueden obtener viene dado por $\min(G-1, k)$. Por lo tanto pueden obtenerse hasta $G-1$ ejes discriminantes, si el número de variables explicativas k es mayor o igual que $G-1$, hecho que suele ser siempre cierto, ya que en las aplicaciones prácticas el número de variables explicativas suele ser grande.

El resto de los ejes discriminantes vendrán dados por los vectores propios asociados a los valores propios de la matriz $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}$ ordenados de mayor a menor. Así, el segundo eje discriminante tendrá menos poder discriminatorio que el primero, pero más que cualquiera de los restantes.

Como la matriz $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}$ no es simétrica, los ejes discriminantes no serán en general ortogonales. En el caso del análisis discriminante con dos grupos, los coeficientes u_1, u_2, \dots, u_k normalizados correspondientes a las

coordenadas del vector propio unitario asociado al mayor valor propio de la matriz $\mathbf{V}^{-1}\mathbf{F}$ obtenidos en el proceso de maximización, pueden contemplarse como un conjunto de cosenos directores que definen la situación del eje discriminante.

Las puntuaciones discriminantes son los valores que se obtienen al dar valores a X_1, X_2, \dots, X_k en la ecuación

$$D = u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_kX_k$$

Las puntuaciones discriminantes se corresponden con los valores obtenidos al proyectar cada punto del espacio k -dimensional de las variables originales sobre el eje discriminante.

Los centros de gravedad o centroides (vector de medias) son los estadísticos básicos que resumen la información sobre los grupos. Los centroides de los grupos I y II serán

$$\bar{x}_I = \begin{bmatrix} \bar{X}_{1,I} \\ \bar{X}_{2,I} \\ \vdots \\ \bar{X}_{k,I} \end{bmatrix} \quad \bar{x}_{II} = \begin{bmatrix} \bar{X}_{1,II} \\ \bar{X}_{2,II} \\ \vdots \\ \bar{X}_{k,II} \end{bmatrix}$$

Para los grupos se tiene

$$\begin{aligned} \bar{D}_I &= u_1\bar{X}_{1,I} + u_2\bar{X}_{2,I} + \dots + u_k\bar{X}_{k,I} \\ \bar{D}_{II} &= u_1\bar{X}_{1,II} + u_2\bar{X}_{2,II} + \dots + u_k\bar{X}_{k,II} \end{aligned}$$

El **punto de corte discriminante** C se calcula mediante el promedio

$$C = \frac{\bar{D}_I + \bar{D}_{II}}{2}$$

El criterio para clasificar el individuo i es el siguiente

Si $D_i < C$, se clasifica al individuo i en el grupo I
 Si $D_i > C$, se clasifica al individuo i en el grupo II

En general, cuando se aplica el análisis discriminante se le resta el valor de C a la función discriminante, es decir

$$D - C = u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_kX_k - C$$

en este caso, se clasifica a un individuo en el grupo I si $D - C > 0$, y en el grupo II en el otro caso.

En ocasiones también se formulan las funciones discriminantes para cada grupo, F_I y F_{II} , dadas por

$$\begin{aligned} F_I &= a_{I,1}X_1 + a_{I,2}X_2 + \dots + a_{I,k}X_k - C_I \\ F_{II} &= a_{II,1}X_1 + a_{II,2}X_2 + \dots + a_{II,k}X_k - C_{II} \end{aligned}$$

Cuando se utilizan estas funciones, se clasifica un individuo en el grupo para el que la función F_i sea mayor. Este tipo de funciones clasificadoras tienen la ventaja de que se generalizan fácilmente al caso de que existan más de dos grupos.

Tomando

$$\begin{aligned} F_{II} - F_I &= (a_{II,1} - a_{I,1})X_1 + (a_{II,2} - a_{I,2})X_2 + \cdots + (a_{II,k} - a_{I,k})X_k - (C_{II} - C_I) \\ &= u_1X_1 + u_2X_2 + \cdots + u_kX_k - C \\ &= D - C \end{aligned}$$

y así se obtienen los coeficientes u_1, u_2, \dots, u_k .

Contrastes y probabilidades de pertenencia (2 grupos)

Las funciones discriminantes clasifican a los diferentes individuos en uno u otro grupo, pero no ofrecen más información acerca de los individuos investigados.

En muchas ocasiones es conveniente tener información complementaria a las puntuaciones discriminantes. Si bien con estas puntuaciones se puede clasificar a cada individuo, también es interesante disponer de información sobre la probabilidad de su pertenencia a cada grupo, pues con este dato se puede realizar análisis más matizados, e incluir otras informaciones tales como la información a priori o los costes que implica una información errónea.

Para realizar este tipo de cálculos se suelen asumir las hipótesis estadísticas sobre la población:

- (a) La matriz de covarianzas de todos los grupos es igual a Σ (hipótesis de homocedasticidad).
- (b) Cada uno de los grupos tiene una distribución normal multivariante.

Las hipótesis implican que $x_g \approx N(\mu_g, \Sigma)$, considerando además que se conocen los parámetros poblacionales.

El cálculo de probabilidades se realiza en el contexto de la teoría de la decisión, que permite tener en cuenta la probabilidad de pertenencia a un grupo, como los costes de una clasificación errónea.

La clasificación de los individuos se realiza utilizando el teorema de Bayes. La aplicación del teorema de Bayes permite el cálculo de las probabilidades a posteriori a partir de estas probabilidades a priori y de la información muestral contenida en las puntuaciones discriminantes.

En el caso general de G grupos, el teorema de Bayes establece que la probabilidad a posteriori de pertenencia a un grupo g con una puntuación discriminante D , con probabilidades a priori π_g es:

$$P(g|D) = \frac{\pi_g P(D|g)}{\sum_{i=1}^G \pi_i P(D|i)}$$

La probabilidad condicionada $P(D|g)$ se obtiene calculando la probabilidad de la puntuación observada suponiendo la pertenencia a un grupo g .

En cuanto al cálculo de probabilidades sin información a priori, se consideran que no existe conocimiento previo de las probabilidades de pertenencia a cada grupo. Cuando no existe dicha información, se adopta el supuesto de que la probabilidad de pertenencia a ambos grupos es la misma, es decir, se adopta el supuesto de que $\pi_I = \pi_{II}$. Esto implica que estas probabilidades a priori no afectan a los cálculos de las probabilidades a posteriori.

Bajo las hipótesis estadísticas sobre la población, la probabilidad de pertenencia a cada grupo, dada la puntuación discriminante obtenida, viene dada por la expresión:

$$P(g|D) = \frac{e^{F_g}}{e^{F_I} + e^{F_{II}}}, \quad g = I, II$$

$$\begin{aligned} F_I &= a_{I,1}X_1 + a_{I,2}X_2 + \cdots + a_{I,k}X_k - C_I \\ F_{II} &= a_{II,1}X_1 + a_{II,2}X_2 + \cdots + a_{II,k}X_k - C_{II} \end{aligned}$$

Un individuo se clasifica en el grupo para el que la probabilidad sea mayor. Este criterio implica que un individuo se clasificará en el grupo I si $F_I > F_{II}$.

Aplicando la fórmula de probabilidad a posteriori se llega a los mismos resultados que aplicando la fórmula discriminantes de Fisher.

Capítulo 3

Descripción de las variables

Se efectúa una descripción de las bases de información y las variables que se incluirán dentro del análisis.

Se presentan algunas estadísticas del comercio exterior de El Salvador desde el año 2002 hasta el año 2014, no se busca realizar una descripción detallada sobre el comercio exterior del país, se muestran únicamente los resultados anuales de los diferentes regímenes del comercio exterior.

Incluyendo una fase exploratoria univariante. Obteniendo de esta manera los primeros resultados.

3.1. Declaración de Mercancías

Una Declaración de Mercancías, DM, es el acto efectuado de forma prescrita por el servicio aduanero, mediante el cual los interesados expresan libre y voluntariamente el régimen la cual somete las mercancías y se aceptan las obligaciones que se impone. La Declaración de Mercancías se entenderá efectuada bajo fe de juramento. Art. 77 del Código Aduanero Uniforme Centroamericano, CAUCA.

En el artículo 320 del Reglamento del Código Aduanero Uniforme Centroamericano, RECAUCA, se establece el contenido mínimo de una DM, en el art. 321 se detallan los documentos que sustentan a la DM. En el art. 319 se mencionan las condiciones que se deben cumplir para la presentación de la DM. Los campos que incluye la DM se listan en la tabla 3.1. En los artículos 318 y 319 del RECAUCA se mencionan las formas, medios y condiciones que se deben cumplir para la presentación de la DM.

Dentro de las DM muchas de las variables son cualitativas, pues son campos de identificación de los productos, el importador, métodos de transporte, métodos de pago, etc. Algunos de estos campos no son validados dentro del sistema informático, por ejemplo en la variable peso neto y peso bruto, observar Figura 3.1 casillas 35 y 38; el peso bruto incluye el peso del embalaje de transporte y demás embalajes de protección de la mercancías, caja; en el caso del peso neto, este se refiere únicamente al peso de la mercancía que se está importando, en el ejemplo los televisores. En este caso los pesos podrían ser iguales, lo que equivaldría a que los televisores son importados sin ninguna protección.

Los campos de información con mayores niveles de control, validación en cuanto a la información declarada, son los referentes a la identificación del importador, declarante, origen, clasificación de las mercancías y cálculo de los impuestos que se deben liquidar para el ingreso de las mercancías al país.

Cuadro 3.1: Listado y descripción de los campos de una Declaración de Mercancías.

No casilla	Nombre (descripción de casilla)
A	Aduana Manifiesto Numero de registro Fecha de registro
B	Datos contables Modo de pago No de liquidación (Fecha) No de recibo (Fecha) Garantía (fecha) Impuestos globales Importe total
C	Aduana de salida
D	Control de la aduana de destino
1	Modelo de la declaración
2	Exportador
3	Numero de pagina
4	Lista
5	Items
6	Total de bultos
7	Numero de referencia
8	Destinatario
9	Responsable financiero
10	País de ultima procedencia
11	País de transacción
12	Total costos
13	Tasas
14	Declarante / Representante
15	País de exportación
16	País de origen
17	País de destino
18	Registro de transportista, Medio de Transporte, país
19	Contenedores
20	Incoterms / Certificación electrónica
21	Numero de ARIVU
22	Divisa y total de factura
23	Tasa de cambio
24	Naturaleza
25	Modo transporte
26	Modo transporte
27	Lugar de descargue
28	Dados financieros (Código de banco, Modalidad)
29	Aduana de entrada
30	Localización de mercancías
31	Bultos y descripción de las mercancías
32	Numero de item
33	Posición arancelaria
34	País de origen
35	Peso bruto


UNCTAD - / SIDUNEA		1 DECLARACION		A ADUANA Codigo : 02 MARITIMA DE ACAJUTLA Manif. : 2010 674	
2 Exportador No. : (ZONA LIBRE) S.A.		3 Pagina 1 1	4 List. Registro Numero : 4 18	Fecha : 11/11/20	
8 Destinatario No. 0614 EL SALVADOR, S.A. DE BOULEVARD MALTA SANTA ELENA SANTA ELENA 700		5 Items 1	6 Tot. bultos 102	7 Numero de referencia 2010 / 10	
14 Declarante / Representante No. AVE. OSCAR ARNULFO ROMERO SAN SALVADOR.		9 Responsable financiero No:		10 Pais ultima US proced.	11 Pais tran- saccion
16 Registro Transportista, Medio de Transporte Pais 19Ct. MAEERSK LINE SV 1		20 Incoterms/Certificacion Electronica FOB 9899		12 Total Costos 2497.07	13 Tasas
21 No. ARIVU SV		22 Divisa y total de Factura USD 43350		23 Tasa camb. 1	24 Naturaleza X X Transac
25 Modo trsp 3 frontera	26 Modo trsp interior	27 Lugar de descargue ACA ACAJUTLA SV	28 Datos financieros Codigo banco : 09 Modalidad : 3 TELEDESPACHO DE MERCANCIAS		
29 Aduana de Entrada 02 MARITIMA DE ACAJUTLA		30 Localizacion mercancías 0200		Banco BANCO CUSCATLAN Agencia : 076 Fecha Pago : 12/11/2010	
31 Marcas y numero - No(s) contenedor(es) - Numero y naturaleza Marcas y numeros : S/M Cantidad y Embalaje : 102 PK de las BULTO mercancías No(s) contenedor(es): TCKU 1745302 - - - Otros TELEVISORES.		32 Item 1 No	33 Posicion arancelaria 85287290 000		
44 Licencia No: 2415.79 + 81.28 + 0.00 + 0.00 - 0.00 Adjun. D.A.: 049		34 Pais ori. a MX b		35 Feso bruto 2763.18 kg	36 Acuerdo TLC_MX
47 Tipo Base imponible Tasa Importe MP		37 Regimen 4000 000		38 Peso neto 2763.18 kg	39 Quo/Lic. QMX
Liqui- dacion de los impues- tos		40 Documento de transporte / anterior 861004176		41 Cuantia 102	
DAI 45847.07 0 0		42 Valor FOB/Item 43350		43 Metod. Val.	
IVA 45847.07 13 5960.11		Codigo MS		45 Ajuste 1	
OTR 0 0 0		46 Valor CIF/Item 45847.07			
Total : 5960.11 1		48 Cuenta de credito		49 Cod. Deposito/Plazo en dias /	
50 Observaciones No Firma :		B DATOS CONTABLES			
51 Adu paso previo y país		Modo de pago : CONTADO			
52 Garantia no valida para		No. de liquidacion : Fecha :			
D CONTROL DE LA ADUANA DE DESTINO Resultados :		No de recibo : Fecha :			
Firma :		Garantia : 0 Fecha :			
		Impuestos globales: 0.00 Dolares			
		Importe total : 5960.11 Dolares			
		C ADUANA DE SALIDA			
		Referencia: 2010/02/103/103 Aduana: 02			
		Impuesto: \$5,960.11 No. Registro: 418			
		Nit Empresa: 0614 Agente:			
		35003 1011121002 418584 Selectividad: Verde			
					
		2 NOV 2010			
		54 Lugar y fecha 11/11/2010			
		Firma y nombre del declarante/representan- te			

Figura 3.1: Modelo de una Declaración de Mercancías. No se muestran los datos del importador.

No casilla	Nombre (descripción de casilla)
36	Acuerdo
37	Régimen
38	Peso neto
39	Cuota / Licencia
40	Documento de transporte / anterior
41	Cuantía
42	Valor FOB / Item
43	Método
44	Documentos adjuntos certificados
45	Ajuste
46	Valor CIF / item
47	Liquidación de los impuestos (tipo, Base imponible, Tasa, Importe, MP)
48	Cuenta de crédito
49	Código deposito / Plazo en días
50	Observaciones
51	Aduana paso previo y país
52	Garantía
53	
54	Lugar y fecha / Firma y nombre del declarante / representante

La legislación aduanera permite presentar en manera electrónica o en formularios físicos, luego la información es digitalizada para ser incluida en el Sistema Aduanero Automatizado (SIDUNEA), el cual es una herramienta informática para el control y administración de la gestión aduanera, desarrollada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y el Desarrollo, UCTAD; SIDUNEA permite realizar un seguimiento automatizado de las operaciones aduaneras y controlar efectivamente la recaudación de los impuestos aduaneros, porque este sistema verifica automáticamente los registros, calcula los impuestos y contabiliza todo lo relacionado a cada declaración, con la mínima intervención del factor humano.

3.2. Estadísticas del Comercio exterior de El Salvador

Se presentan a continuación algunas de las estadísticas de comercio exterior de El Salvador para en los últimos años, estos datos son publicados por el Ministerio de Hacienda y el Banco Central de Reserva.

Los datos que se presentan muestran la evolución del comercio exterior desde el año 2002 hasta el año 2014, importaciones y exportaciones.

En la gráfica 3.2 se observa el crecimiento del número de operaciones anuales en las importaciones, pasando de poco más de 400 mil operaciones en 2002 hasta superar las 600 mil operaciones en 2014, es decir un crecimiento del 48.8%; en cuanto a los montos CIF, presentan una clara tendencia de crecimiento hasta el año 2008, luego en 2009 se tiene una fuerte reducción, recuperando la tendencia de crecimiento en los años siguientes, sin embargo en 2014 se tiene una leve reducción en relación a 2013.

Año	Operaciones	CIF	IVA	DAI
02	408,377	5,872.20	519.77	166.33
03	464,008	6,832.01	589.38	194.53
04	493,308	7,534.48	648.64	203.47
05	493,247	8,146.45	718.88	214.44
06	507,028	9,559.14	859.88	236.98
07	542,452	10,895.10	990.53	248.97
08	543,550	12,259.55	1,125.36	224.72
09	506,349	8,822.18	795.53	162.48
10	536,685	10,338.19	958.33	188.90
11	573,652	12,081.74	1,130.92	224.98
12	595,069	12,556.97	1,220.04	236.55
13	618,370	12,970.02	1,280.99	249.30
14	607,473	12,556.93	1,242.39	233.23

Cuadro 3.2: Valores anuales del número de operaciones de importación, todos los regímenes, CIF, IVA y DAI en millones de dólares.

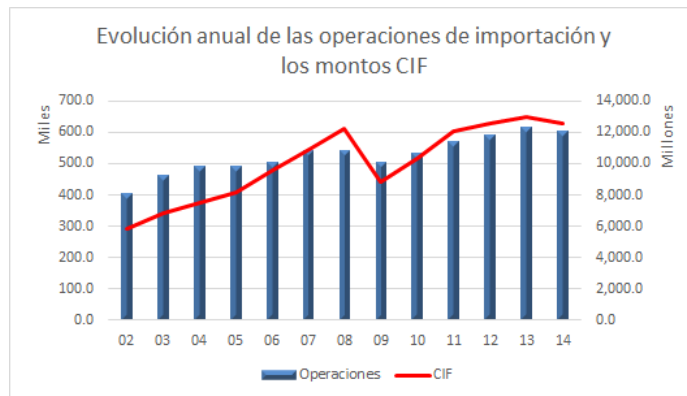


Figura 3.2: Evolución anual del número de operaciones y montos CIF de las importaciones, todos los regímenes.

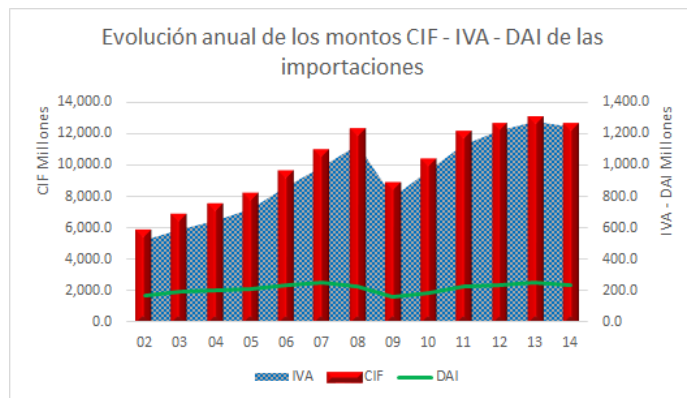


Figura 3.3: Comparación anual de los valores CIF - IVA - DAI de las importaciones, todos los regímenes.

El crecimiento y reducción en los montos CIF se refleja en los pagos por IVA y DAI, ver gráfica 3.3, debido a los porcentajes de pago el DAI aporta en menor medida; los pagos por DAI son según la mercancías y los tratados comerciales establecidos por el país, de esta manera la tasa de DAI va desde el 0 % hasta, en pocos casos, 30 %; el IVA se mantiene fijo en un 13 % y según algunos acuerdos o leyes este es 0 %.

En los que se refiere a exportaciones, todos los regímenes, estas también presentan un crecimiento, desde 2002 hasta el 2014 crecen en un 50.4 %, pasando de alrededor de 182 mil operaciones hasta poco más de 273 mil operaciones anuales en 2014. En los montos FOB se tiene un crecimiento del 93.4 %, es decir, en este periodo casi se duplican los montos de exportación del país, durante el año 2009 se tiene una leve disminución en las exportaciones, recuperándose en los años siguientes, desde el año 2011 las exportaciones parecen estabilizarse alrededor de los \$6,365 millones de dólares, ver cuadro 3.2 y gráfica 3.4.

Año	Operaciones	FOB
02	181,705	3,285.69
03	196,818	3,545.22
04	201,624	3,802.43
05	204,935	3,928.73
06	216,478	4,330.96
07	221,410	4,615.00
08	238,289	5,494.50
09	223,782	4,696.07
10	249,585	5,374.70
11	265,005	6,394.81
12	270,796	6,339.22
13	266,329	6,357.11
14	273,367	6,354.11

Cuadro 3.3: Valores anuales del número de operaciones de exportación, todos los regímenes y FOB en millones de dólares.

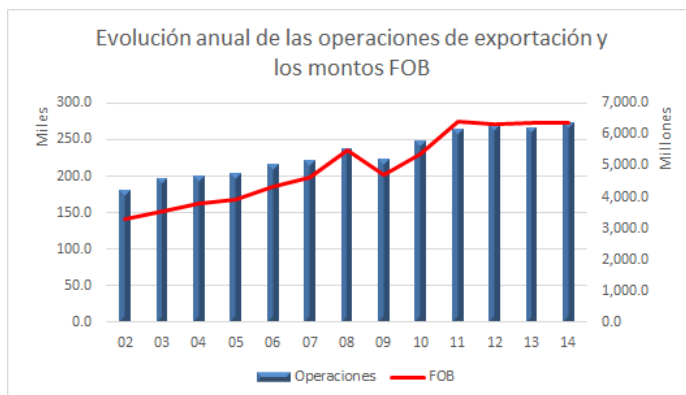


Figura 3.4: Comparación anual del número de operaciones y montos FOB de las exportaciones, todos los regímenes.

Al comparar los montos de las exportaciones y los montos de las importaciones, $\frac{FOB}{CIF}$, se tiene que el FOB representa en promedio alrededor del 50 % de los montos CIF, teniendo un mínimo de 42 % durante 2007, en los últimos tres años la relación se mantiene cercana al 50 %, ver gráfica 3.5.

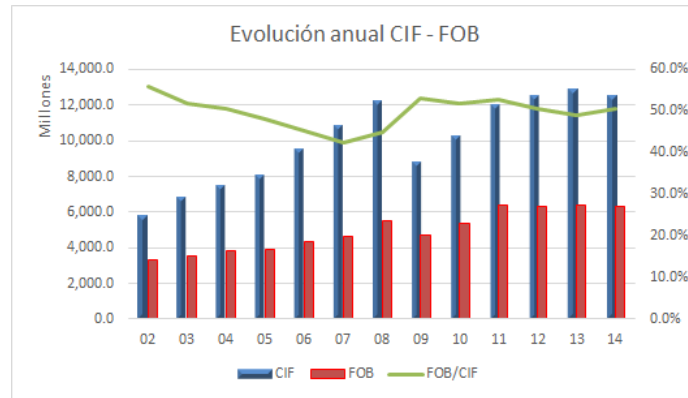


Figura 3.5: Comparación anual de los valores CIF de las importaciones con los valores FOB de las exportaciones, todos los regímenes.

Debido a la legislación nacional las exportaciones están exentas del pago de impuestos, incentivos para la producción nacional, es así que el interés se centra en las importaciones, estas tienen diferentes modalidades ver apéndice ??, las importaciones definitivas, IM4, son las que se consideran de mayor importancia pues las que deben pagar los diferentes tributos, en algunos casos estos no se pagan debido a que las mercancías están amparadas a tratados comerciales o excepciones de impuestos.

CIF Año	Importación Definitiva	Admisión Temporal	Resto de regímenes
2002	3,740.85 (64 %)	1,708.07 (29 %)	423.29 (7 %)
2003	4,130.55 (60 %)	1,930.54 (28 %)	770.93 (11 %)
2004	4,620.00 (61 %)	2,116.91 (28 %)	797.57 (11 %)
2005	4,969.19 (61 %)	2,117.37 (26 %)	1,059.88 (13 %)
2006	5,957.42 (62 %)	2,497.88 (26 %)	1,103.83 (12 %)
2007	6,841.52 (63 %)	2,825.14 (26 %)	1,228.44 (11 %)
2008	7,748.96 (63 %)	3,008.92 (25 %)	1,501.67 (12 %)
2009	5,596.39 (63 %)	2,087.42 (24 %)	1,138.37 (13 %)
2010	6,660.13 (64 %)	2,458.53 (24 %)	1,219.50 (12 %)
2011	7,679.79 (64 %)	3,110.24 (26 %)	1,291.71 (11 %)
2012	8,176.27 (65 %)	3,008.05 (24 %)	1,372.65 (11 %)
2013	8,711.40 (67 %)	2,911.39 (22 %)	1,347.24 (10 %)
2014	8,356.67 (67 %)	2,837.09 (23 %)	1,363.17 (11 %)

Cuadro 3.4: Comparación de los montos CIF, en millones de dólares, para principales regímenes de importación, el resto de regímenes considera el régimen de depósito, re - importación e importación por franquicias

Las importaciones definitivas, IM4, representan más del 64 % de los montos CIF de importaciones, con un promedio de alrededor del 25 % de los montos CIF se tiene el régimen de las admisiones temporales y zonas francas, IM5, los regímenes restantes, re importación, IM5, depósitos temporales, IM7, e importaciones por franquicias, IM8, en conjunto acumulan en promedio alrededor del 11 % de los montos CIF desde el año 2002 hasta el 2014, ver cuadro 3.4 y gráfica 3.8.

En lo referente al origen de las mercancías, país donde son fabricados o producidos, los países de Norte América, en especial Estados Unidos, dominan en promedio para el periodo más del 45 % de las importaciones

anuales, teniendo una considerable reducción desde el año 2002 cuando representaban el 51.3% pasando hasta un 43.8% en 2014, esto en montos CIF no se refleja pues las importaciones pasan de los \$3,014.27 millones de dólares en 2002 hasta los \$5,494.62 millones de dólares en 2014, es decir, un crecimiento de \$2,480.35 millones de dólares, equivale a un crecimiento del 82.3% desde 2002.

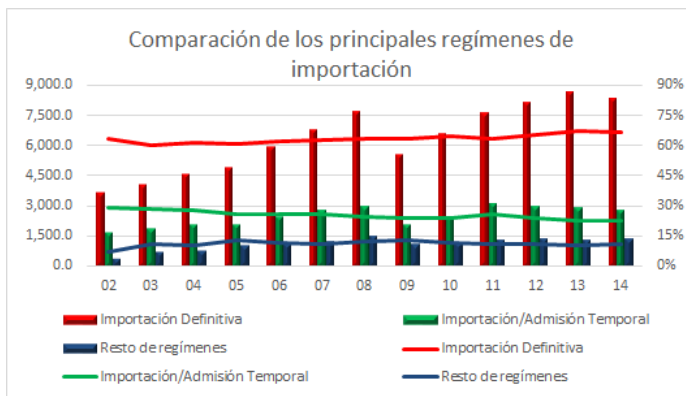


Figura 3.8: Comparación anual de los valores CIF de las importaciones por régimen.

Las importaciones de mercancías con origen en Centro América presenta un crecimiento desde el año 2002, pasando de los \$817.31 millones de dólares hasta los \$2,670.54 millones de dólares en 2014, un crecimiento del 226.7% o \$1,853.23 millones de dólares desde 2002.

En el caso de los orígenes en el continente europeo se tiene una reducción, representando en 2002 el 8.1% de los montos CIF creciendo hasta un máximo de 9.2% del CIF en 2005, luego presenta una tendencia a disminuir en los años siguientes hasta representar un 6.4%, un crecimiento similar se tiene con la región de Sur América.

No se pretende ser exhaustivo en los detalles del comercio exterior del país para mas datos sobre el comercio exterior se pueden consultar los portales de información de los portales de Transparencia Fiscal <http://www.transparenciafiscal.gob.sv/ptf/es/Estadsticas/EstadsticadelComercioExterior.html>, Banco Central de Reserva http://www.bcr.gob.sv/esp/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=447, mas información sobre comercio exterior <http://www.bcr.gob.sv/bcrsite/?cat=1012&lang=es>.

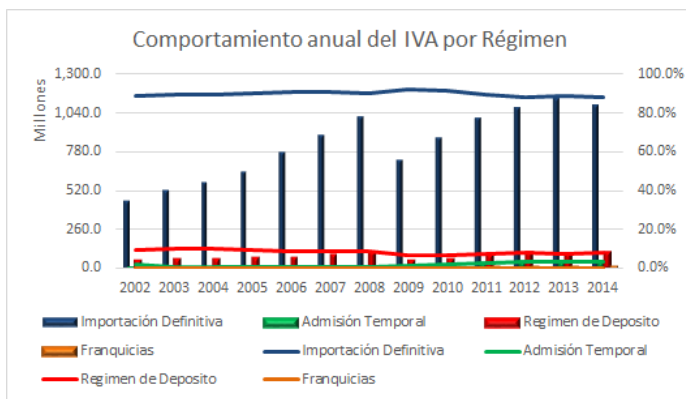


Figura 3.6: Comparación anual del IVA de las importaciones por régimen.

Cuadro 3.5: Montos CIF anuales, en millones de dólares, de los principales orígenes de las mercancías de importación, todos los regímenes.

Año	AMÉRICA DEL NORTE		AMÉRICA CENTRAL		ASIA		AMÉRICA DEL SUR		EUROPA		Resto del mundo	
2002	3,014.27	51.3 %	817.31	13.9 %	868.85	14.8 %	484.82	8.3 %	473.14	8.1 %	213.82	3.6 %
2003	3,481.72	51.0 %	909.54	13.3 %	1,052.03	15.4 %	640.62	9.4 %	541.47	7.9 %	206.64	3.0 %
2004	3,708.57	49.2 %	1,000.11	13.3 %	1,134.65	15.1 %	842.89	11.2 %	682.97	9.1 %	165.29	2.2 %
2005	3,901.50	47.9 %	1,117.51	13.7 %	1,224.39	15.0 %	967.43	11.9 %	752.89	9.2 %	182.73	2.2 %
2006	4,132.88	43.2 %	1,603.14	16.8 %	1,531.70	16.0 %	1,220.16	12.8 %	857.18	9.0 %	214.09	2.2 %
2007	4,682.13	43.0 %	1,880.84	17.3 %	1,778.88	16.3 %	1,431.94	13.1 %	906.14	8.3 %	215.17	2.0 %
2008	5,253.81	42.9 %	2,189.57	17.9 %	1,945.58	15.9 %	1,462.51	11.9 %	1,092.61	8.9 %	315.48	2.6 %
2009	3,812.08	43.2 %	1,992.91	22.6 %	1,311.58	14.9 %	758.12	8.6 %	695.69	7.9 %	251.81	2.9 %
2010	4,569.43	44.2 %	2,102.05	20.3 %	1,728.49	16.7 %	839.16	8.1 %	727.30	7.0 %	371.75	3.6 %
2011	5,376.29	44.5 %	2,544.23	21.1 %	2,060.72	17.1 %	929.77	7.7 %	880.82	7.3 %	289.92	2.4 %
2012	5,357.03	42.7 %	2,627.28	20.9 %	2,138.85	17.0 %	1,174.27	9.4 %	846.52	6.7 %	413.00	3.3 %
2013	5,463.15	42.1 %	2,600.26	20.0 %	2,435.25	18.8 %	1,130.41	8.7 %	937.58	7.2 %	403.37	3.1 %
2014	5,494.62	43.8 %	2,670.54	21.3 %	2,432.75	19.4 %	849.53	6.8 %	801.99	6.4 %	306.92	2.4 %

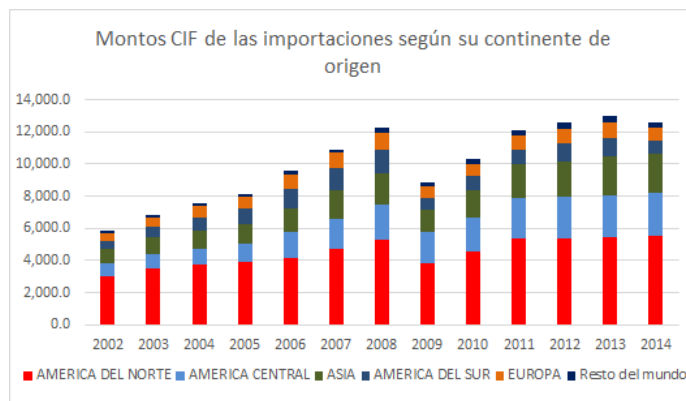


Figura 3.9: Comportamiento de las importaciones según continente de origen de las mercancías.

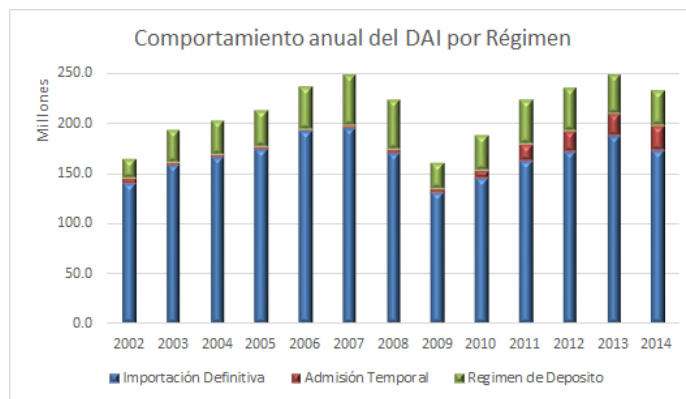


Figura 3.7: Comparación anual del DAI de las importaciones por régimen.

3.3. Fuentes de información, declaraciones, discrepancias e infracciones

Las fuentes primarias de información que se utilizan son las puestas a disposición de la DGA, las Declaraciones de Mercancías, Actas de discrepancias y las infracciones.

La base de datos de declaraciones de mercancías incluye la información de los campos de la DM, ver sección 3.1, además de información que le agregan los módulos de SIDUNEA, fecha y hora de selectividad, criterio bajo el cual se asigna selectividad, bandera del criterio¹, estados de la declaración²; si tiene selectividad ROJA se agregan los campos de código y nombre del contador vista encargado de la inspección física.

En el caso de Infracciones similar a Discrepancias se incluyen campos generales para identificación de la DM, importador, contador vista, criterio de selectividad, número de discrepancia; incluyendo los campos propios de las infracciones, que son número de infracción, documento de infracción³, tipo de infractor, puede ser: importador, transportista o agente aduanal; artículos de la ley que se han violentado, puede ser cualquier ley aplicable en materia aduanera, tipo de infracción, administrativa, no afecta el pago de tributos, se orienta a la documentación formal, tributaria, afecta el pago de tributos; infracción sobre los tributos no cancelados, IVA, DAI, Específicos; multa, total de infracción, fecha de infracción y atenuante, la atenuante es un beneficio de ley que permite a los importadores, transportistas y agentes aduanales pedir la reducción de la multa a pagar en un 50 %, utilizable una vez cada seis meses calendario.

Las tres fuentes de información se encuentran separadas por lo cual se deben consolidar en una base común de información, las bases de información se pueden unir a través de los campos comunes en cada base, estos campos son: NIT de la empresa importadora, Régimen General de importación, Numero de Declaración, Aduana, Declarante y Numero Preimpreso, Año de la declaración de mercancías.

Además de las fuentes de información de DGA, se utilizan fuentes de información de la Dirección General de Impuestos Internos, DGII, la cual es una dependencia del Ministerio de Hacienda, institución encargada de aplicar y hacer cumplir las leyes referentes a los impuestos, tasas y contribuciones fiscales, cuya tasación, vigilancia y control han sido asignados por ley y en general la asistencia al contribuyente, es decir, controla el pago de los impuestos internos del país, pago de IVA, Renta, contribuciones especiales, etc.

Otra dependencia del Ministerio de Hacienda que aporta información es la Dirección General de Tesorería, DGT, responsable de la recaudación, custodia y erogación de los recursos financieros del estado.

3.4. Eficiencia de las medidas de selectividad en el Módulo de Gestión de Riesgos

En esta sección es importante recordar que por razones de seguridad de la información, confidencialidad y al ser información de carácter estratégico para la gestión gubernamental se omiten los nombres, números de identificación y cualquier referencia a importadores y auxiliares de la función pública aduanera, así como los nombres de las variables que se utilizan en el modelo, para lo cual se realiza una codificación. Además no se especifica otra información que se determina de carácter confidencial por la Dirección General de Aduanas.

¹La bandera del criterio de selectividad sirve para orientar al contador vista sobre cuáles son los elementos que deben ser observados durante la inspección física.

²Los estados de la declaración pueden ser, *activa*: únicamente se ha registrado en el sistema sin realizar ninguna acción, *desistida*: han transcurrido 10 días desde el registro y el sistema automáticamente la anula, *selectividad*: se ha corrido la selectividad de la declaración, *liquidada*: la DM está liquidada, pago de tributos, y se ha procedido al levante de la mercadería

³Las infracciones pueden ser dirigidas no solo a las operaciones de importación - exportación, pueden ser también a las mercancías en tránsito internacional que pasan por el país

3.4. EFICIENCIA DE LAS MEDIDAS DE SELECTIVIDAD EN EL MÓDULO DE GESTIÓN DE RIESGOS43

Las declaraciones de mercancías son sometidas dentro del MGR a un proceso por medio del cual se determina su selectividad, esto se logra utilizando las diferentes medidas implementadas, medidas probabilística, criterio experto o medida aleatoria.

Por su naturaleza interesa comparar la efectividad de las medidas probabilísticas, que utilizan una regresión logística, y las medidas aleatorias, estableciendo un parámetro de efectividad de las medidas probabilísticas implementadas, pues se busca con estas medidas mejorar la mitigación y detección de los riesgos aduaneros.

Durante el año 2014 se tuvieron activos entre 100 y 200 medidas probabilísticas de las cuales se seleccionó una muestra aleatoria de 10 de las principales medidas probabilísticas de ese año, las cuales se comparan con las DM que obtuvieron selectividad por las medidas aleatorias.

De las 10 pruebas, test χ^2 , en 5 no fue posible rechazar la hipótesis de igualdad entre los resultados con las medidas probabilistas y los resultados con medidas aleatorias.

	Sin Discrepancia	Con Discrepancia	Total DM
Medida A	89	54	143
Medida B	65	92	157
Total	154	146	300

Cuadro 3.6: Tabla de contingencia, comparación de una medida probabilista y una medida aleatoria. De esta tabla de contingencia se obtiene un valor $\chi^2 = 13.01$, que al compararlo con el valor de tabla $\chi_{\alpha=0.05,1}^2 = 3.84$ lleva a rechazar la hipótesis de igualdad entre los resultados de las medidas de selección.

Los detalles de la población de DM que se utilizaron para la selección de muestras se presentan en el siguiente capítulo donde se explica el tratamiento que se le da a la base de información.

Capítulo 4

Construcción del modelo de selectividad

En este capítulo se detalla el trabajo de limpieza sobre las bases de información, los regímenes de importación que se consideran, capítulos del sistema arancelario, infracciones a considerar y otros filtros que se utilizaran para determinar la base de información con la cual se trabajara para la realización del modelo.

Se especifica el trabajo sobre las variables y la determinación de los índices de riesgo para cada una de ellas.

Finalmente se trabaja en la construcción del modelo y la validación del modelo.

Se recuerda que por seguridad de la información se codifican las variables con los códigos x_1, x_2, \dots, x_n ; manteniendo en algunos casos sus valores reales, en otras situaciones se realiza un escalamiento de las variables.

4.1. Limpieza de la base de datos

Se presenta una breve discusión sobre los criterios de limpieza que se aplican sobre la base de información.

Régimen de Importación

Una de las primeras consideraciones para la limpieza de la base de datos es la importancia de los regímenes de importación, como se vio en la sección 3.2, el IVA y DAI se concentran en las importaciones definitivas, esto debido a que la legislación nacional exonera de pagos de algunos impuestos por incentivos fiscales, Depósitos de perfeccionamiento activo y Zonas Francas, IM5; las re importaciones, IM6, por su naturaleza no pagan impuestos; las importaciones amparadas al régimen de franquicias gozan de diferentes tipos de excepciones de impuestos, en este régimen se tienen a las delegaciones diplomáticas en el país, algunas Organizaciones no Gubernamentales que por decreto legislativo gozan de excepción de pago por IVA o DAI o IVA y DAI; Instituciones de gobierno que por su actividad realizan operaciones de comercio exterior; también dentro de este régimen se encuentran algunas iglesias reconocidas en el país, bajo este régimen ingresan sus donaciones.

En el caso específico del régimen de Deposito Aduanero, IM7, ver apéndice ?? para una mayor explicación del funcionamiento de este régimen, los impuestos de importación quedan garantizados por el importador, es decir, al momento de formalizar la importación definitiva se hace efectivo el pago de los impuestos.

Teniendo de esta manera el primer criterio para considerar en la limpieza de la base de información, es decir se consideran únicamente las operaciones amparadas al régimen IM4.

Clasificación dentro de Sistema Arancelario

Debido a la naturaleza, método de producción y uso de las mercancías estas tienen diferentes clasificaciones dentro del Sistema Arancelario Armonizado, ver apéndice ??; el SAC presenta un total de 97 capítulos, agrupados en 15 secciones según características de las mercancías; dentro del SAC se establecen las tasas de cobro de DAI para cada mercancía, la tasa de DAI puede ser modificada por tratados comerciales suscritos por el país.

Debido al procedimiento implementado por la DGA para las inspecciones físicas existen mercancías que no pueden permanecer mucho tiempo en aduana, por ejemplo los animales vivos, en algunas delegaciones de aduanas no se tienen las condiciones necesarias para retención de estos debido al espacio físico, custodia y cuidado de los mismos; por lo cual los capítulos del SAC relacionados con los animales vivos son excluidos de la base de información, para el control en aduanas de este tipo de importaciones se tienen otras medidas de control.

Dentro de los capítulos que no se consideran dentro de la base para el modelo es el capítulo 93 *Armas municiones y explosivos*, que como se ha mencionado en otros momentos tiene restricciones a la importación. Además de las armas otro capítulo con restricciones para las importaciones es el de los *Medicamentos*, capítulo 30.

Otro ejemplo de capítulo que no se considera para la base de informaciones es el capítulo 97 Equipajes, pues su tratamiento es distinto dentro de las aduanas de frontera donde se hace el ingreso de personas al país.

Con lo anteriormente mencionado se tiene una lista de capítulos que serán descartados para la creación del modelo y para los cuales se tienen medidas específicas para su control.

Medida de control bajo la cual se determina la selectividad

Otra de las consideraciones a tomar para la limpieza de los datos es la medida de control que determino la selectividad de la DM, pues como se ha comentado anteriormente existen diferentes tipos de medidas; por la naturaleza de las técnicas estadísticas se debe considerar que las muestras para la elaboración de los modelos son muestras aleatorias, por lo cual, se descartan aquellas DM que tienen selectividad por medio de los criterios expertos, pues estas están tienen un objetivo específico, por ejemplo seleccionando mercancías como las armas que se debe de verificar al momento del ingreso al país, las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional Civil son las únicas instituciones por mandato de ley autorizadas para la importación de armas, otros deben poseer los permisos de estas instituciones.

Las DM que fueron seleccionadas por medidas probabilistas se incluyen en la base de información, pues aunque el criterio de selectividad sea por medio de probabilidades, los comportamientos que se detectan con estas medidas no serían considerados en el modelo que se propondría, perdiendo una información importante.

Estableciendo que las DM que no se consideran son las que tienen selectividad por criterio experto.

Selectividad

Para la determinación de la variable *objetivo*, que para este modelo será una variable que indique si una DM tiene alguna infracción, luego para la validación del modelo es necesario conocer si la declaración de mercancías

fue objeto de alguna infracción, tributaria o administrativa. Por lo cual se consideran aquellas DM con selectividad *ROJA*, ya que estas son inspeccionadas y se tiene su acta de inspección en donde se detalla si presenta incumplimientos a la legislación aduanera.

Las declaraciones con selectividad *VERDE* o *AMARILLA* se aplican medidas de control posterior al levante, auditorías fiscales a los importadores.

Infracción

Las infracciones se clasifican en infracciones administrativas, no afectan el pago de impuestos, o infracciones tributarias, afectan el pago de impuestos, en el caso de una infracción tributaria esta también es una infracción administrativa.

Cuadro 4.1: Listado de infracciones

Infracción	
01 - Valores	15 - Error en Documento de Transporte
02 - Origen	16 - Registro de Importador
03 - Clasificación Arancelaria	17 - No Presentación de DM
04 - Bultos Faltantes	18 - No Re exportación
05 - Bultos Sobrantes	19 - Equipaje NO Declarado
06 - Cuantía	20 - Traslado
07 - Peso	21 -
08 - Volúmenes	22 - Equipaje Eludiendo Control
09 - Plazo Vencidos	23 - Falta de Transmisión Electrónica
10 - Fuera de Ruta	24 - Falta de País de Origen
11 - Rotura de Precinto	25 - Requisitos de Importación
12 - Falta Requisitos y Marcas	26 - Mercancía Prohibida
13 - Falta de Permiso	27 - Mercancía Restringida
14 - Faltante	28 - Otros

Las infracciones pueden ser impuestas a los agentes aduanales, transportistas o importadores, para la creación del modelo no interesan las infracciones impuestas al transportista, por ejemplo infracción 10 - *Fuera de Ruta*, ver cuadro 4.1, ni las infracciones que tiene relación con el medio de transporte de las mercancías, infracción 15 - *Error de Documento de Transporte*.

Por tratarse de importaciones definitivas las infracciones relacionadas con exportaciones, depósitos aduanales y equipajes son eliminados de la base para el modelo.

Con estos criterios de limpieza de la base de datos de alrededor de 1.24 millones de elementos, se reduce a cerca de 850 mil elementos, con alrededor de 24 mil elementos con inconsistencias, es decir, 2.8% de elementos con inconsistencias.

4.2. Definición de la variable objetivo

Es importante definir de una manera clara la variable *objetivo*, ya que es la variable sobre la cual se determinara el modelo de selección.

Es así que se define de la siguiente manera:

$$Y_1 = \begin{cases} 0, & \text{DM sin inconsistencia con lo declarado} \\ 1, & \text{DM con inconsistencia en lo declarado} \end{cases} \quad (4.0)$$

$$Y_2 = \begin{cases} 0, & \text{DM sin inconsistencia} \\ 1, & \text{DM con inconsistencia de tipo administrativa} \\ 2, & \text{DM con inconsistencia de tipo tributaria} \end{cases} \quad (4.0)$$

Con la variable Y_2 así definida es posible priorizar la selección de aquellas DM con mayor *probabilidad de inconsistencia tributaria* sobre las DM con *probabilidad de inconsistencia administrativa*.

Si se utiliza Y_1 , una variable binaria, las inconsistencias administrativas y las tributarias tendría igual importancia al momento de la selectividad.

4.3. Indices de riesgo

En esta sección se definen los índices de riesgo para las diferentes variables que se utilizaran para la creación del modelo de selectividad.

Para la creación de los índices se utiliza la base de información final.

Para las variables de tipo cualitativas el índice de riesgo se define como

$$R_{x_i} = \frac{\text{Número de DM con discrepancias}}{\text{Número de DM en la categoría}} \quad (4.0)$$

En el caso de las variables cuantitativas antes de definir el índice de riesgo se generan clases, de tal manera que todas las clases posean la misma proporción de DM, exceptuando la última clase que tendrá un porcentaje menor de elementos.

Clase	Porcentaje	Índice
Peso	% de elementos	de Riesgo
1	8.7 %	0.82
2	8.7 %	0.79
3	8.7 %	0.73
4	8.7 %	0.71
5	8.7 %	0.68
6	8.7 %	0.72
7	8.7 %	0.81
8	8.7 %	0.82
9	8.7 %	0.62
10	8.7 %	0.38
11	8.7 %	0.31
12	4.3 %	0.21

Cuadro 4.2: Índice de la variable *peso*. Se definen las clases según el peso declarado, dejando las clases con el mismo porcentaje de elementos, en la última clase, es para las mercancías de mayor peso, quedan con un menor porcentaje buscando dar énfasis a estas mercancías.

Una vez creados los intervalos dentro de la variable cuantitativa el índice de riesgo se define como

$$R_{x_i} = \frac{\text{Número de DM con discrepancias en la clase}}{\text{Número de DM en la clase}} \quad (4.0)$$

Debido a que no todas las discrepancias se convierten en infracciones, por los procesos de apelación, de esta manera la base de información de discrepancias es mayor al de infracciones, por lo cual se utiliza la información de las discrepancias para calcular los índices.

Con la información proporcionada por DGII y DGT el tratamiento es diferente pues en este caso no se puede asociar la información a una DM en específica si no que es información del importador, por lo cual se utiliza para generar un índice de riesgo para el importador¹.

4.4. Generación del modelo de selectividad

4.4.1. Asignación del índice de riesgo para cada DM

Con la base de datos limpia y los índices de riesgo calculado, se procede a asignar a cada elemento el índice de riesgo para cada una de sus variables.

Referencia	Rx1	Rx2	Rx3	Rx4	Rx5	Rx6	Rx7
01410000067914	0.0916	0.1393	0.1667	0.1186	0.1882	0.1063	0.6285

Figura 4.1: Asignación de los índices de riesgos para cada una de las variables de la base de información. Para conocer cual es la DM a la cual se le ha asignado los valores se utiliza la variable *referencia*.

Al asignar los índices de riesgo a las variables de la base de información se tienen repeticiones, esto debido a las clases que se han creado, por lo cual se procede a realizar una segunda depuración de la base de información, eliminando los registros repetidos.

Con esta nueva limpieza la base de información se reduce a 206 mil registros únicos, con 4.1% de registros con inconsistencias.

Con la información de los índices de riesgo se procede a aplicar la técnica del análisis discriminante, se realizan dos modelos, uno para cada variable objetivo, Y_1 y Y_2 .

4.4.2. Resultados del Análisis Discriminante para Y_1 y Y_2

Prueba de lambda de Wilks

El estadístico lambda de Wilks expresa la proporción de variabilidad total no debida a las diferencias entre los grupos, permite contrastar la hipótesis nula de que las medias multivariante de los grupos (centroides) son iguales. Wilks basándose en el principio de razón de verosimilitud generalizada, según el cual la varianza generalizada

¹Por seguridad de la información no es posible revelar la definición de este índice de riesgo.

de un espacio multivariante puede ser calculada mediante el determinante de la matriz de dispersión, planteo el estadístico Λ , definido por:

$$\Lambda = \frac{\text{Suma de cuadrados intragrupos}}{\text{Suma de cuadrados total}} = \frac{|S|}{|T|}$$

Donde S es la matriz de varianzas - covarianzas combinada, calculada a partir de las matrices de varianzas - covarianzas de cada grupo, y T es la matriz de varianzas - covarianzas total, calculada sobre todos los casos como si pertenecieran a un único grupo. Cuando los grupos se encuentren superpuestos, los valores del numerador y del denominador serán aproximadamente iguales y su cociente próximo a 1; a medida que los grupos se separan, la variabilidad inter grupos se incrementara y la variabilidad intra grupos será menor que la variabilidad total, por lo cual Λ disminuirá. Por lo tanto, valores próximos a 1 indicaran un gran parecido entre los grupos, mientras que valores próximos a 0 indicara una diferencia entre los grupos

Aunque Schatzoff obtuvo los puntos críticos exactos de la distribución de Λ bajo ciertas condiciones, es más frecuente utilizar una transformación de Λ que posee una distribución aproximadamente conocida. Bartlett ha demostrado que el estadístico:

$$V = |N - 1 - \frac{(p + g)}{2}| \ln \Lambda$$

se aproxima a la distribución chi - cuadrado con $(p - k)(g - k - 1)$ grados de libertad, donde p es el número de variables independientes o discriminantes, g es el número de grupos y k es número de funciones discriminantes obtenidas con anterioridad al contraste (cuando solo existe una función, dos grupos, $k = 0$).

Lambda de Wilks

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	.618	99,402.489	12	.000

Figura 4.2: Valor de Lambda de Wilks para la función discriminante de la variable Y_1 .

Lambda de Wilks

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1 a la 2	.618	99,409.933	24	.000
2	1.000	6.274	11	.854

Figura 4.3: Valor de Lambda de Wilks para la función discriminante de la variable Y_2 .

El valor de Lambda de las funciones discriminantes asociadas a la variable Y_1 toma el valor de 0.618 y su prueba de significancia rechaza la hipótesis nula de que los grupos comparados presentan promedio iguales en las variables discriminantes.

En el caso del modelo asociado a Y_2 , la cual genera tres grupos, el lambda asociado a la primer variable toma el valor de 0.618, similar al caso de Y_1 ; manteniendo el rechazo de la hipótesis nula de promedios iguales. Sin embargo el lambda de la segunda función discriminante presenta un valor de 1 y la prueba de significancia no permite rechazar la hipótesis de igualdad.

Lo anterior indica que el segundo y tercer grupo, que se obtienen al separar las infracciones entre administrativa y tributarias, no aporta al proceso de clasificación.

ANOVAS univariados

La tabla ANOVA con el estadístico F permite contrastar la hipótesis de igualdad de medias entre los grupos en cada variable independiente. La tabla incluye el estadístico *lambda de Wilks univariante*. La información de esta tabla suele utilizarse como prueba preliminar para detectar si los grupos difieren en las variables de clasificación seleccionadas, sin embargo, debe tenerse en cuenta que una variable no significativa a nivel univariante podría aportar información discriminativa a nivel multivariante.

Pruebas de igualdad de las medias de los grupos					
	Lambda de Wilks	F	gl1	gl2	Sig.
Rx1	.960	8,722.278	1	206,829	.000
Rx2	.877	28,984.466	1	206,829	.000
Rx3	.856	34,911.249	1	206,829	.000
Rx4	.922	17,465.394	1	206,829	.000
Rx5	.821	45,158.143	1	206,829	.000
Rx6	.858	34,204.726	1	206,829	.000
Rx7	.833	41,431.468	1	206,829	.000
Rx8	.894	24,508.192	1	206,829	.000
Rx9	.822	44,908.867	1	206,829	.000
Rx10	.858	34,257.851	1	206,829	.000
Rx11	.829	42,751.670	1	206,829	.000
Rx12	.846	37,730.523	1	206,829	.000

Figura 4.4: Tabla ANOVA considerando los grupos de la variable Y_1 .

En ambos casos, para los grupos generados con Y_1 e Y_2 , los valores de lambda de Wilks son cercanos a uno, sin embargo el contraste de significancia de la hipótesis nula permite rechazar la igualdad de los promedios entre los grupos.

Contrate de la hipótesis de igualdad de las matrices de varianzas - covarianzas.

Uno de los supuestos del análisis discriminante es que todos los grupos proceden de la misma población y, más concretamente, que las matrices de varianzas - covarianzas poblacionales correspondientes a cada grupo son iguales entre sí. El estadístico M de Box toma la forma

$$M = (n - g) \log |S| - \sum_{j=1}^g (n_j - 1) \log |S^{(j)}|$$

Donde S es la matriz de varianzas - covarianzas combinadas, $S^{(j)}$ es la matriz de varianzas - covarianzas del j -ésimo grupo, n es el número total de casos, n_j es el número de casos en el j -ésimo grupo y g es el número de grupos. El estadístico M carece de distribución muestral conocida, pero puede transformarse en un estadístico F e interpretarse como tal.

El resultado de la prueba permite rechazar la hipótesis de igualdad de las matrices de varianzas - covarianzas, concluyendo que uno de los grupos es más variable que el otro.

Resultados de la prueba			Resultados de la prueba		
M de Box		200,994.999	M de Box		201,103.579
F	Aprox.	2,576.703	F	Aprox.	1,288.897
	gl1	78		gl1	156
	gl2	1,284E+11		gl2	4878471945
	Sig.	.000		Sig.	.000
Contrasta la hipótesis nula de que las matrices de covarianzas poblacionales son iguales.			Contrasta la hipótesis nula de que las matrices de covarianzas poblacionales son iguales.		
(a) Resultados Y_1			(b) Resultados Y_2		

Figura 4.5: Contraste de igualdad de las matrices de varianzas - covarianzas para los grupos de las variables Y_1 e Y_2 .

4.4.3. Resultados de clasificación, validación cruzada

Para conocer los resultados de los modelos estimados en la sección anterior se utiliza la validación cruzada. Esta se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de casos.

En el caso del modelo estimado para Y_1 los clasificados correctamente son el 80.2% de los casos agrupados originales, los aciertos en el pronóstico de los casos con infracción ($Y_1 = 1$) son del 83.8%, y los fallos en los casos que no presentan infracción son del 16.2%, es decir, el modelo pronostica infracción en 16.2% de los casos que no poseen infracción.

Resultados de la clasificación ^{a,c}					
			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			0	1	
Original	%	0	77.1	22.9	100.0
		1	16.2	83.8	100.0
Validación cruzada ^b	%	0	77.1	22.9	100.0
		1	16.2	83.8	100.0

a. Clasificados correctamente el 80.2% de los casos agrupados originales.

b. La validación cruzada sólo se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.

c. Clasificados correctamente el 80.2% de los casos agrupados validados mediante validación cruzada.

Figura 4.6: Resultados de clasificación de la variable Y_1 .

Considerando los grupos de infracciones administrativas e infracciones tributarias, modelo para Y_2 , la validación cruzada clasifica correctamente el 63.9%, el porcentaje de acierto para las infracciones tributarias es del 32.5%, baja detección de infracciones tributarias, el 51.2% de las infracciones tributarias se pronostican como infracciones administrativas, es decir, 83.4% de las infracciones tributarias serian detectas como alguna infracción.

La diferencia entre ambos modelos no es significativa, con lo cual se puede concluir que agregar una nueva clase no aporta mayor información al modelo de predicción.

Resultados de la clasificación ^{a,c}						
	Y2	Grupo de pertenencia pronosticado			Total	
		.00	1.00	2.00		
Original	%	.00	77.0	12.1	10.9	100.0
		1.00	16.1	51.5	32.5	100.0
		2.00	16.2	50.5	33.3	100.0
Validación cruzada ^b	%	.00	77.0	12.1	10.9	100.0
		1.00	16.1	51.3	32.6	100.0
		2.00	16.2	51.2	32.5	100.0

a. Clasificados correctamente el 64.0% de los casos agrupados originales.

b. La validación cruzada sólo se aplica a los casos del análisis. En la validación cruzada, cada caso se clasifica mediante las funciones derivadas a partir del resto de los casos.

c. Clasificados correctamente el 63.9% de los casos agrupados validados mediante validación cruzada.

Figura 4.7: Resultados de clasificación de la variable Y₂.

4.4.4. Resultados del modelo sobre nuevos datos

El objetivo de la estimación de este modelo es la clasificación sobre nuevos datos.

Se utilizarán las operaciones de comercio exterior correspondientes al año 2015, enero a septiembre, de las cuales ya se conocen los resultados de las inspecciones físicas de algunas de estas operaciones.

Y1	pronosticado		Total
Original	0	1	
0	67.8	32.2	100.0
1	5.8	94.2	100.0
Correcta Clasificación 73.3%			

Y2	Grupo de pertenencia pronosticado			Total
Original	.00	1.00	2.00	
.00	62.0	17.7	20.3	100.0
1.00	28.6	56.7	14.6	100.0
2.00	16.9	34.7	48.4	100.0
Correcta Clasificación 60.2%				

Figura 4.8: Resultados de clasificación umbral 90 %.

Para determinar la selectividad se utiliza la probabilidad de pertenencia a cada grupo.

Se establece un umbral de pertenencia al grupo de operaciones con infracción con una probabilidad del 95 %, obteniendo para el modelo de Y₁ una correcta clasificación en un 69.5 %, detectando un 93.5 % de las infracciones.

En el modelo de Y₂ la correcta clasificación es de un 56.5 %, detectando el 89.7 % de las infracciones tributarias y el 67.9 % de las infracciones administrativas.

Ambos modelos tienen tasas de correcta clasificación menor que en las bases de estimación, sin embargo la correcta detección de los casos con infracciones permiten considerarlos como buenos.

Y1	pronosticado		Total
Original	0	1	
0	63.3	36.7	100.0
1	6.5	93.5	100.0
Correcta Clasificación 69.5%			

Y2	Grupo de pertenencia pronosticado			Total
Original	.00	1.00	2.00	
.00	58.8	21.5	19.7	100.0
1.00	32.1	51.4	16.5	100.0
2.00	20.3	38.2	41.5	100.0
Correcta Clasificación 56.5%				

Figura 4.9: Resultados de clasificación umbral 95 %.

Conclusiones

Las técnicas multivariante de clasificación permiten en base a probabilidades establecer la pertenencia de un individuo un determinado grupo, lo cual puede ser utilizado en la base de datos donde se realiza la estimación o sobre información de otros individuos o eventos futuros que tienen variables, características, similares a los individuos sobre los cuales se estimó el modelo.

En los modelos anteriores el agregar un nuevo grupo, que surge al dividir el grupo de las infracciones en infracciones administrativas e infracciones tributarias, no aporta mayor poder de clasificación al modelo discriminante, sin embargo para la finalidad aduanera permitiría enfocar el trabajo sobre aquellas operaciones de comercio exterior que puede presentar infracciones de tipo tributario.

Otra de las decisiones importantes que se deben tomar en la administración es el establecimiento del umbral de probabilidad para pertenencia a los grupos, esto permite tener un mejor acierto en algunos casos, pero significaría para la administración aduanera una carga de trabajo mayor en las fronteras del país.

El uso de la herramienta estadística permite además correr selectividad para las operaciones de comercio exterior de años anteriores, esto con el fin de determinar los controles aduaneros a posterior, fiscalizaciones por parte de la Dirección General de Aduanas a los importadores.

Dada la gran variedad de técnicas de clasificación es posible seguir investigando cuales técnicas pueden implementarse con la información de comercio exterior que posee la Dirección General de Adunas, además, integrar información de otras fuentes. Teniendo de esta manera un amplio campo de trabajo para la estadística.

Bibliografía

- [1] Ayuso, Mercedes, Monstserrat Guillén y Manuel Artís, *TÉCNICAS CUANTITATIVAS PARA LA DETECCIÓN DEL FRAUDE EN EL SEGURO DEL AUTOMÓVIL*. Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española. Universidad de Barcelona.
- [2] Fernández, Santiago, *REGRESIÓN LOGÍSTICA*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Autónoma de Madrid, 2011, España.
- [3] Montgomery, Douglas C., Elizabeth A. Peck, G. Geoffrey Vining, *Introducción al análisis de regresión lineal*. GRUPO PATRIA CULTURAL, S. A. DE C. V. México 2006.
- [4] Morales González, Domingo, *MODELOS LINEALES GENERALIZADOS*. Enero 2014.
- [5] Morales González, Domingo, *MUESTREO EN POBLACIONES FINITAS*. Febrero 2014.
- [6] Nurunnabi, A. A. M., Mohammed Nasser, *Outlier Diagnostics in Logistic Regression: A Supervised Learning Technique*. 2009 International Conference on Machine Learning and Computing. IPCSIT vol. 3 2011 LACSIT Press, Singapur.
- [7] Peña, Daniel, *Análisis de datos multivariantes*. S. A. McGraw – Hill / Interamericana de España. 2002.
- [8] Peña, Daniel, *Regresión y Diseño de Experimentos*. Alianza Editorial. 2002.
- [9] Pérez López, César, *Técnicas de Análisis Multivariante de Datos*. Pearson Educación, S. A., Madrid 2004.
- [10] Pérez López, César, *Técnicas Estadísticas con SPSS*. Pearson Educación, S. A., Madrid 2005.
- [11] Pérez López, César, *INVESTIGACIÓN DEL FRAUDE FISCAL MEDIANTE ANÁLISIS DISCRIMINANTE. APLICACIONES CON LAS MUESTRAS Y PANELES DE IRPF DEL IEF*. Estado del bienestar: sostenibilidad y reformas, 2013, pág. 6.
- [12] R. Imon, A. H. M., *MODERN REGRESSION METHODS*. Department of Mathematical Sciences Ball State University, Estados Unidos, 2012.
- [13] *Informe del estudio realizado en la Dirección General de Aduanas sobre la gestión de riesgo aduanero*. División de fiscalización operativa y evaluativa. Costa Rica, 2011.
- [14] *Metodología Estadísticas de Importaciones*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Colombia, 2009.
- [15] *Manual de Procedimientos Aduaneros*. Dirección General de Aduanas, El Salvador.
- [16] *Manual de análisis de riesgos*. Dirección General de Aduanas, El Salvador.
- [17] *Plan Operativo Anual 2014*. Dirección General de Aduanas, El Salvador.