

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD: CASO DE ESTUDIO AMUCOMT

Joffre Moreira-Pico¹, Sofia Velásquez Cedeño², Viviana Vera Mora¹, Milton Bailón Solórzano¹.

¹ Carrera de Computación, ² Carrera de Ingeniería Agrícola
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus
Politécnico El Limón, Km 2.7, Calceta, Ecuador.

Contacto: joramopi@gmail.com

RESUMEN

La Asociación de Mujeres Comunitarias del Cantón Tosagua AMUCOMT, es una corporación de derecho privado sin fines de lucro, orientada a la producción agrícola, su actividad económica se basa en la producción, transformación y venta del maní bajo la visión asociativa, procurando siempre guardar armonía con el entorno. Entre sus necesidades se encontraba el diseño de un modelo de trazabilidad, que permitiera el seguimiento del procesamiento del maní mediante el uso de herramientas tecnológicas que gestionen la información del producto final, para lograr identificar los riesgos alimentarios, a fin de garantizar la autenticidad del producto y mejorar su calidad. Se utilizó el método bibliográfico para obtener información fundamental sobre procesos de trazabilidad, la entrevista para el levantamiento de información, y; la observación para reconocer el área del procesamiento y elaboración del maní. El diseño del sistema se desarrolló bajo la metodología de Análisis de Peligro Puntos Críticos de Control (APPCC) estructurada por siete principios: Identificar y analizar el peligro o peligros, determinar los Puntos Críticos de Control (PCC), establecer límites Críticos para cada PCC, establecer un procedimiento de vigilancia, establecer medidas correctoras, verificar el plan de APPCC, mantener registros. Como resultado se obtuvo un sistema de trazabilidad del procesamiento del maní en el que se refleja el Time Line del Producto terminado, el cual brindará a la organización y al producto un valor agregado ante la competencia, y; a los clientes un fácil acceso a la información del producto elaborado mediante un sistema web que facilite la gestión de reclamos.

Palabras clave:

APPCC, agroproductivo, maní, agrotecnología.

INTRODUCCIÓN

La definición de trazabilidad de los primeros alimentos fue proporcionada en 1994 por la Organización Internacional de Normalización (ISO 8402: 1994), y fue ampliada por la Comisión del Codex Alimentarius y la Unión Europea (UE). La trazabilidad de los alimentos es una capacidad para rastrear y seguir un alimento, animales o ingredientes productores de alimentos, todas las etapas de producción y distribución (Jakkhupan *et al.*, 2014). Sin embargo, De Bièvre (2004) menciona que la escena internacional, exige que los resultados de medición sean comparables alrededor del mundo. En el caso de existir demasiadas medidas definidas operativamente en el sector alimentario, eso significa aplicar rastreabilidad de todos los resultados de medición a nivel internacional acordando procedimientos de medición de alimentos, que a su vez requiere terminología inequívoca que está de acuerdo y aceptado a través de todas las fronteras.

Para Chavarrías (2014), el aumento de la actividad comercial de alimentos en los últimos años ha evidenciado la dificultad de rastrear y seguir los pasos de un producto en el caso de que se produzca una incidencia dentro de su cadena de producción. Seguir todos los pasos de un alimento, desde que se encuentra en las primeras fases de la producción hasta que llega al consumidor, es imprescindible para lograr gestionar los riesgos alimentarios, a fin de garantizar la autenticidad de un producto y mejorar su calidad.

Pardo *et al.* (2013) mencionan que el análisis de peligros y los puntos críticos de control (APPCC) es un sistema preventivo que busca asegurar la seguridad de los alimentos, identifica riesgos específicos asociados con alimentos o bebidas y establece un sistema de control que se centra en la prevención y no en el análisis final del producto. Por otro lado, Soler y Arroyo (2013) mencionan que la APPCC es obligatorio para todos los Operadores de Empresas Alimentarias (Food Business Operators - FBO), llevado a cabo por el propietario o el personal, utilizando información de las directrices publicadas por asociaciones de FBO, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria.

AMUCOMT es una empresa dedicada a la producción y elaboración de materia prima, que busca expandir sus fronteras a nivel nacional e internacional, implementar un modelo de trazabilidad acompañado de la intervención tecnológica. Es necesario destacar que la aplicación de la trazabilidad ocasionará un gran impacto administrativo dentro de la organización debido a la alta inversión económica, de tiempo y capacitación.

La Corporación Universitaria Lasallista (2014) menciona que una organización cuando no dispone de un sistema de trazabilidad afecta la imagen de esta, ya que al presentarse una pérdida o devolución del producto se tienden a perder proveedores. Contar con un sistema de trazabilidad adquiere mayor impacto, proporcionando seriedad y un buen manejo interno de la organización, permitiendo seguir un rastreo a través de todas las etapas de producción, elaboración y distribución del producto elaborado por la empresa, otorgando al cliente mayor confiabilidad al adquirir el producto, haciendo que la organización sea más competitiva en el mercado nacional y/o internacional.

Con el objetivo de implementar un modelo de trazabilidad en la organización AMUCOMT, se inició el levantamiento de registro descriptivo de la cadena alimentaria de la producción del maní, se identificó la línea de producción donde se implementó el sistema de trazabilidad, para lo cual fue necesario emplear la metodología alimentaria APPCC¹, la misma que ayudó a determinar los puntos de control críticos, a lo largo del procesamiento del maní desde inicio-fin de la producción. Conociendo que la trazabilidad se basa en registros, se deben utilizar herramientas tecnológicas para documentarlos, en una segunda etapa se desarrollará un sistema web, que permita al consumidor final obtener toda la información y/o historial del producto que adquiera, el cual tendrá el *Time Line* de la elaboración del producto, con la intención de visualizar su trazabilidad interna, en tiempo real desde la web.

¹ Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó el método bibliográfico y metodologías de desarrollo como Análisis de Peligro Punto Control Crítico (APPCC) y Extreme Programming (XP).

Para la identificación del ámbito de la aplicación de la trazabilidad, se aplicó el método bibliográfico para definir el procesamiento actual del maní, mediante una entrevista informal dirigida a la persona encargada del área de producción, obteniendo información para la descripción del contenido del diagrama de flujo con la herramienta BPMN².

Se aplicó el sistema de trazabilidad mediante la metodología Análisis de Peligro Punto Control Crítico (APPCC), en la identificación del proceso interno de transformación del maní, mediante los siguientes principios: identificar el peligro(s), determinar los puntos de control críticos (PCC), establecer límites críticos para cada PCC, establecer un procedimiento de vigilancia, establecer medidas correctoras.

Se identificó los peligros mediante la visita *in situ* en el área de procesamiento del maní, lo cual está establecido dentro de las directrices de la metodología APPCC.

De acuerdo con la metodología de trazabilidad, se realizó el árbol de decisiones con la herramienta Lucidchart³, el que fue necesario para hacer el recorrido de todas las fases del diagrama de flujo del procesamiento del maní, para determinar los PCC.

Se estableció los límites críticos para cada PCC, mediante la especificación de los límites de la ficha del plan de APPCC, para ser validados, según los registros de medición como: temperatura, tiempo y contenido de humedad.

² Modelo y Notación de Procesos de Negocio

³ Ver más en el enlace oficial del software: <https://www.lucidchart.com>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la información proporcionada en la entrevista informal realizada a la Sra. Nancy Domínguez Mero, encargada del área de producción de AMUCOMT, se pudo realizar un diagrama de flujo del procesamiento del maní, con el que se obtuvo de manera explícita y ordenada cada una de las fases para la transformación de la materia prima, puesto que es parte de una de las directrices para la implementación de la metodología APPCC.

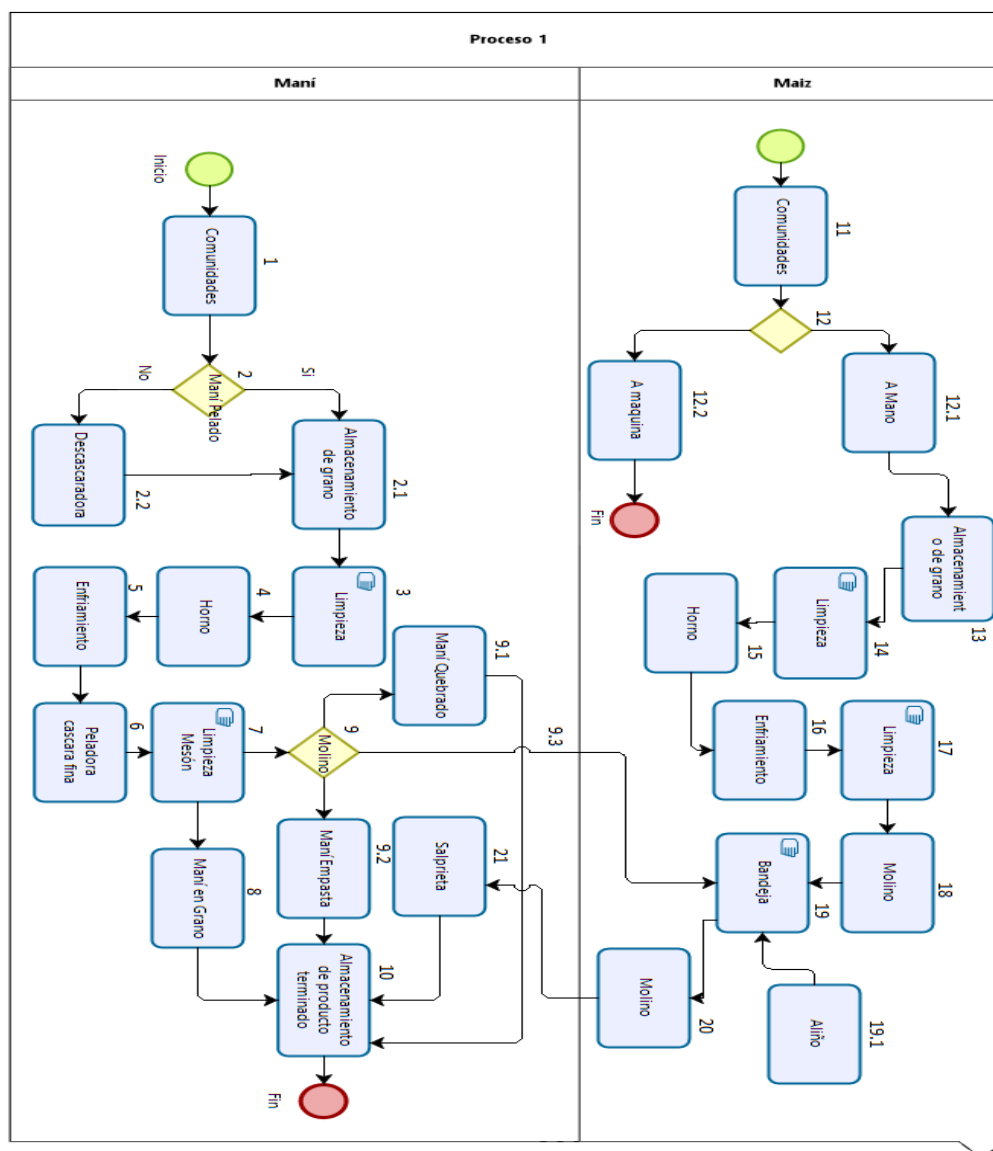


Figura 1. Diagrama de Flujo del Procesamiento del maní
Fuente: AMUCOMT

A continuación, se describieron cada una de sus tareas y de esta manera se determinó qué parte de la cadena de abastecimiento se está trabajando:

1. Ingreso de la materia prima de diversas comunidades del cantón Tosagua en el cual se registra datos de procedencia del maní, cliente, variedad, cantidad de materia prima.
2. Se genera una pregunta: Si el maní esta descascarado pasa directamente al área de almacenamiento (2.1); si el maní No está descascarado pasa a la máquina descascaradora (2.2), terminado el proceso pasa al área de almacenamiento, infraestructura herméticamente cerrada.
3. Limpieza, proceso manual para la separación de residuos o impurezas externas (vainas, cáscara, entre otros), para esto se expande la materia prima en un mesón.
4. Una vez realizada la limpieza manual (3), se pasa al horno la materia prima, donde se ingresa la cantidad de 1 quintal de maní por cada proceso, a 160°C, con un tiempo de duración de 45 minutos, al finalizar este proceso pasa a la máquina de enfriamiento (5).
5. Una vez extraído el maní del horno se traslada a la máquina de enfriamiento, ingresando el maní a una temperatura inicial 155°C, por un tiempo estimado de 35 minutos, hasta obtener la temperatura final de 10°C.
6. Terminado el proceso de enfriamiento se ingresa el maní a la máquina peladora de cáscara fina, en la que se separa, por un lado, el maní del grano, y; por otro lado, la cáscara fina.
7. Finalizando el proceso (6) se lleva la materia prima (maní) al mesón, para extraer de manera manual, restos de la cáscara fina y otros desechos que hayan quedado.
8. Maní en grano, al que se realiza el respectivo empaquetado de este tipo de producto final, posteriormente llevándose al área de almacenamiento de productos terminados (10).
9. Una vez que pasa el filtro de limpieza, se lleva al molino para determinar el producto a elaborar como: (9.1) maní quebrado, al que se realiza el empaquetado correspondiente a este tipo de producto final, posteriormente llevándose al área de almacenamiento de productos terminados (10); (9.2) maní en pasta, al que se realiza el respectivo empaquetado de este tipo de producto final, posteriormente llevándose al área de almacenamiento de productos terminados (10); (9.3) salprietá, proceso que requiere de un subproceso para la elaboración del mismo, continua con el paso (11).

10. Una vez realizados todos los procesos de la transformación del maní, se llevan los diferentes tipos de producto final al área de almacenamiento de productos terminados.
11. Inicio del procesamiento de maíz para la elaboración de la salprieta (9.3), el cual proviene de las diferentes comunidades del Cantón Tosagua, se registran datos de procedencia del maíz, cliente, variedad, cantidad de materia prima.
12. Representa una toma una decisión que (12.1), en la que si la materia prima (maíz), es desgranado a máquina no se realiza la compra, llegando a su fin, (12.2) caso contrario, si es desgranado a mano y previamente seleccionado el grano, se realiza la compra, continuando al siguiente paso. (13).
13. Área de almacenamiento, lugar o infraestructura adecuada, en que se conserva la materia prima en costales, fundas quintaleras.
14. Limpieza, proceso manual para la separación de residuos o impurezas externas, en la que se extiende la materia prima en un mesón.
15. Una vez realizada minuciosamente la limpieza del grano del maíz, se ingresa la cantidad de 30 libras de maíz por proceso, a 130° C, durante un tiempo estimado de 20 minutos.
16. Terminado el proceso anterior, se lleva a la máquina de enfriamiento donde el maíz ingresa con una temperatura inicial 125° C, durante 15 minutos, hasta obtener aproximadamente 5° C como temperatura final.
17. Procedimiento de limpieza en el que se extiende la materia prima en un mesón, para extraer residuos defectuosos del maíz al momento de ser cocido, como granos quemados.
18. Tras realizar la limpieza se ingresa al molino el maíz, en el cual se pulveriza la materia prima, para llevarlo al paso (19).
19. Teniendo el maíz pulverizado se lo lleva a un recipiente (bandeja), que contendrá el maíz, junto con el maní y (19.1) los aliños, siendo mezclados manualmente.
20. Finalizado el proceso anterior, se llevan al molino los componentes ya mezclados, para obtener la salprieta (21).

21. Salprietá, a la que se realiza el respectivo empaquetado correspondiente a este tipo de producto final, posteriormente llevándose al área de almacenamiento de productos terminados (10)⁴.

MAPA DE LOS PRINCIPALES PELIGROS ENCONTRADOS

Tras la visita *in situ*, en el área del procesamiento del maní, se analizaron los criterios para identificar los peligros representados en un mapa siguiendo la secuencia del diagrama de flujo, encontrando los siguientes peligros:

Cuadro 1. Mapa de los principales peligros encontrados

Puntos Críticos de Control	Peligros que serán abordados en el Plan APPCC	Tipos de Peligros	Estado de Peligro	Riesgo	
				Gravedad	Probabilidad
PCC-1 (B, F, Q)	Almacenamiento de la Materia Prima	Biológico Físico Químico	Aceptable	Alta	Media
PCC-2 (F)	Horno	Físico	Aceptable	Media	Baja
PCC-3 (Q)	Enfriamiento	Químico	Aceptable	Media	Baja
PCC-4 (F)	Envase	Físico	Aceptable	Baja	Baja

ÁRBOL DE DECISIONES PARA DETERMINAR LOS PCC

Para determinar los PCC, se elaboró el árbol de decisiones establecido por la metodología APPCC, realizando cuatro cuestionamientos para evaluar cada PCC: si existen medidas preventivas para el peligro identificado, si esta etapa fue planificada específicamente para eliminar o reducir el peligro a niveles aceptables, la contaminación con el peligro podría llegar a niveles inaceptables, hay una etapa posterior que elimine los peligros o reduzca los mismos a niveles aceptables.

Cuadro 2. Primer Punto de Control Crítico determinado

Etapa	Tipo de peligro	Peligro	Causa
PCC-1 (B, Q, F)	Biológico	Heces, animales muertos	Anidamiento
		Hongos	Origen
		Microorganismos patógenos	Plagas
	Químico	Plaguicidas	Origen
	Físico	Piedras	Origen

El Cuadro 2 corresponde al almacenamiento de la materia prima (PCC-1), determinado por el recorrido del árbol de decisiones, muestra los tipos de peligros de acuerdo con su clasificación y la causa que da origen al peligro.

⁴ Domínguez, N. 2018. Descripción del diagrama de flujo del procesamiento del maní. (Entrevista). Tosagua-Manabí. EC, encargada del área de procesamiento de la Asociación de Mujeres Comunitarias del Cantón Tosagua.

Cuadro 3. Segundo Punto de Control Crítico determinado

Etapa	Tipo de peligro	Peligro	Causa
PCC-2 (F)	Físico	Piedras	Origen
		Plásticos	Origen

El cuadro 3 corresponde al horno (PCC-2), determinado por el recorrido del árbol de decisiones, muestra el tipo de peligro de acuerdo con su clasificación y la causa que da origen al peligro.

Cuadro 4. Tercer Punto de Control Crítico determinado

Etapa	Tipo De Peligro	Peligro	Causa
PCC-3 (Q)	Químico	Dioxinas	Origen

El cuadro 4 corresponde al enfriamiento (PCC-3), determinado por el recorrido del árbol de decisiones, donde muestra el tipo de peligro de acuerdo con su clasificación y la causa que da origen al peligro.

Cuadro 5. Cuarto Punto de Control Crítico determinado

Etapa	Tipo De Peligro	Peligro	Causa
PCC-4 (F)	Físico	Plásticos	Origen

El cuadro 5 corresponde al envase (PCC-4), determinado por el recorrido del árbol de decisiones, donde muestra el tipo de peligro de acuerdo con su clasificación y la causa que da origen al peligro.

LÍMITES CRÍTICOS PARA CADA PCC

Para establecer los límites críticos, se adaptó una matriz de acuerdo con la ficha del plan de la metodología APPCC, que consistió en detallar los puntos críticos para cada medida de control, que serán abordados en el plan APPCC.

Cuadro 6. Límites críticos para cada medida de control

Punto Crítico de Control (PCC)	Peligro(s) que serán abordados en el plan APPCC	Límites Críticos para cada medida de control
PCC-1 (B, Q, F)	Almacenamiento de la Materia Prima	Nivel Máximo 20qq
PCC-2 (F)	Horno	1qq, a 160°C, por 45 minutos, aproximadamente
PCC-3 (Q)	Enfriamiento	Durante 15 minutos lograr obtener 10°C aproximadamente
PCC-4 (F)	Envase	1lb por Unidad

En el cuadro 6 se reflejan los límites críticos mediante los peligros encontrados inicialmente, donde se estableció una medida de control para cada uno de ellos, de acuerdo con el tiempo, temperatura y peso.

PROCEDIMIENTO DE VIGILANCIA

Una vez determinados los límites críticos se establecieron procedimientos de medidas de vigilancia para cada medida de control de acuerdo con los peligros encontrados.

Cuadro 7. Procedimiento de vigilancia para cada PCC

Vigilancia (monitoreo)				
Punto Crítico de Control (PCC)	Qué	Cómo	Frecuencia	Quién
PCC-1 (B, Q, F)	Almacenamiento	Báscula	Estático	Receptor de la materia prima
PCC-2 (F)	Temperatura	Termómetro	En Continuo	Encargado del área de procesamiento
PCC-3 (Q)	Temperatura	Termómetro, Cronómetro	Constante	Encargado del área de procesamiento
PCC-4 (F)	Empaquetado	Balanza	Estático	Encargado del área de procesamiento

El cuadro 7 ilustra el procedimiento de vigilancia, establecido por cuatro interrogantes: Qué, Cómo, Con qué frecuencia y Quién, que permitieron hacer el monitoreo de los puntos de control críticos ya encontrados, todo esto dado por la ficha del Plan APPCC.

MEDIDAS CORRECTORAS

Las medidas correctoras se establecieron para poder controlar los peligros encontrados en las etapas del procesamiento del maní, las cuales son el Plan de Desinsectación, Desratización y Desinfección (DDD) y la Homologación de proveedores.

Cuadro 8. Medidas Correctoras

Etapas	Clasificación de peligro(s)	Medida preventiva
PCC-1 (B, Q, F)	Heces, animales muertos	Plan DDD
	Hongos	Homologación proveedores
	Microorganismos patógenos	Plan DDD
	Plaguicidas	Homologación proveedores
PCC-2 (F)	Piedras	Homologación proveedores
	Plásticos	Homologación proveedores
PCC-3 (F)	Dioxinas	Homologación proveedores
PCC-4 (F)	Plásticos	Procedimiento de empaquetado

El cuadro 8 representa cada una de las medidas preventivas de acuerdo con la clasificación de los tipos de peligros, para cada una de las etapas de los Puntos de Control Críticos encontrados.

CONCLUSIONES

- ✓ Se identificó el ámbito de aplicación de la trazabilidad, mediante un análisis de la cadena de abastecimiento del maní y la descripción de las actividades de la transformación de la materia prima, lo cual permitió obtener información necesaria, para identificar en que parte del procesamiento de maní se intervendría con la trazabilidad, actualmente ya se encuentra en funcionamiento el portal web www.amucomt.org que servirá de plataforma para el funcionamiento final del sistema de trazabilidad.
- ✓ Se aplicó el sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC), en la identificación interna del procesamiento de maní, mediante cinco principios establecidos en las directrices para la aplicación de APPCC, la cual permitió identificar y analizar los peligros, determinar los Puntos de Control Crítico, establecer límites críticos, procedimientos de vigilancia, medidas correctoras para cada PCC.

BIBLIOGRAFÍA

- Chavarrías, M. 2014. Armonizar la trazabilidad alimentaria mundial. (En línea). Consultado, 06 de oct. 2018. Formato HTML. Disponible en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2014/09/24/220619.php>
- Corporación Universitaria Lasallista, 2014. Elaboración del sistema de trazabilidad en la planta de producción de la empresa: El Horno de Mikaela. (En línea). EC. Consultado, 20 de may. 2018. Formato PDF. Disponible en http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1142/1/Elaboracion_sistema_trazabilidad_planta_produccion_El_Horno_de_Mikaela.pdf
- Pardo, J. E., de Figueirêdo, V. R., Álvarez-Ortí, M., Zied, D. C., Penaranda, J. A., Dias, E. S., & Pardo-Giménez, A. (2013). Application of hazard analysis and critical control points (HACCP) to the cultivation line of mushroom and other cultivated edible fungi. *Indian journal of microbiology*, 53(3), 359-369.
- De Bièvre, P. (2004). Traceability and comparability of results in food measurements: a CCQM workshop at BIPM on “comparability and traceability in food analysis”. *Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and*

Reliability in Chemical Measurement, 9(9), 521-522. DOI 10.1007/s00769-004-0841-y

Soler, J., & Arroyo, J. (2013). Evaluación de la Seguridad Alimentaria Sostenible en El Magreb Central con Indicadores Agregados. Revista UNISCI, (31), 289-300.

Jakkhupan, W., Arch-int, S., & Li, Y. (2014). Erratum to: An RFID-based traceability system. Telecommunication Systems, 58(3), 273–273. DOI:10.1007/s11235-014-9947-7.