

## Urban Fine Particulate Matter: Causes, Health Impacts, and Responses

:WGFS FNW UTQQZYNTS MFX JRJWLJI FX TSJ TK YMJ RTXY UWJJS[NWTSRJSYFQ FSI MJFQYM HMFQQJSLJX TK YMJ Y\JSY^ KNWX YMJ [FWNTZX UTQQZYFSYX KNSJ UFWYNHZQFYJ RFYYJW PST\SFU FWYNHZQFWQ^ MF\_FWITZX 9MJXJ RNHWXTXHTUNH UFWYNHQJX RNHWTRJYJWX NS INFRJYJW HFS UJSJYW FYJ IJJU NSYT YMJ QZ YMJ GQTIXYWJFR 2FOTW XTZWHJX NSHQZIJ [JMNHQJ J]MFZXY UQFSYX HTSXYWZHNTS IZXY FSI NSIZXYWNFQ JRNXXNTSX 8. FX YJRUJWFYZWJ NS[JWXNTSX HFS YWFU YMJXJ UTQQZYFSYX HKZWYMJW \TWXJSNSL FNW VZFQNY^

9MJ MJFQYM HTSXJVZJSHJX TK UWTQTSLSI 52 J]UTXZWJ FWJ 3ZRJWTZX XYZINJX QNSP NY YT WJXUNWFYT W^ INXJFXJX QNPJ GWTSHMNYNX HFWINT[FXHZQFW UWTGQJRX XZHM FX MJFWY FY FSI J[JS SJZWTQTLNHFQ INXTWIJWX ;ZQSJWFGQJ LWTZUX6HMN FSI YM TXJ \NYM UWJJ]NXYNSL HTSINYNTSX6KFHJ YMJ MNLMJXY \*HTSTRNHFQQ^ RJINHFQ HTXYX FSI UWTIZHYN[NY^ QTXXJX NRUGZWIJS TS XTHNJY^

\*KKTWYX YT FIIWJXX YMJ NXXZJ RZXY HTRGNSJ UJWXTSFQ FSI FHYNTSX 4S FS NSIN[NIZFQ QJ[JQ HNYN\_JSX HFS RTSNYTW W. NSIJ]JX ZXJ FNW UZWNKNJWX NSITTWX FSI \JFW HJWYNKNJI UTZYTITWX IZWNSL MNLM UTQQZYNTS UJWNTIX 7JIZHNSL UWN[F HMTTXNSL UZGQNH YWFSXUTWYFYNTS TW XMNKYNSL YT JQJHY JRNXXNTSX FY YMJ XTZWHJ

\*RYHUQPHQWV DQG PXQLFLSDOLWLHV SOD\ D FULWLFDO UROH YHKLFOHV DQG IDFWRULHV LQYHVVPHQWV LQ UHQHZDEOH HQ JUHHQ XUEDQ VSDFHV FDQ GUDPDWLFD O\ LPSURYH DLU TXDO SURPRWH FOHDQ HQHUJ\ DQG VXVWDLQDEOH XUEDQ SODQQQLQ. IXWXUH FULVHV

)LQH SDUWLFXODWH PDWWHU LV LQYLVLEOH EXW GHDGO\ %\ LZLWK IRUZDUG ORRNLQJ SXEOLF SROLFLHV FLWLHV FDQ SURWRZDUG FOHDQHU KHDOWKLHU HQYLURQPHQWV IRU JHQHUDW

’œ x μ € œ R + S ö μ ç ( • ’ Ö y i h

◦

¥ "£ “= → .ž ß æ i % 3 ĩ[ x á Z ñ ĩ - ß ī ½ -! ø \$ ,

#P ĩ \$7#å \_ a 2 / « q ö Ä ó%[ ĩ , Á \$\$7#å m - Q > ý R ' ,

\$L X ĩ \$ C „ Ô H † 7 4 ‘ ĩ y "† F ĩ ~ 2 < & - s 2 "Á { ĩ x ~ U @ y

\$, ‘ p í õ ù 0 ' = \_ ~"• ^ ( y & â - f TM " £ ‘ Ž ä l È ĩ .

◦

6 " ü&7 ^&ÿ ñ ç 2 / [ x ½ 0 " C ó%[ ĩ Z ñ • D ĩ Š a" "j\$€ ½ - Ö á °

å ĩ a U £ ' \$ Ò \$, x M % !n!! - s ¶ A!! ĩ Ä ½ \$, ¶\$L\$Ò!n!! ý f P Q - & ð

\_ m — / Š % ĩ " ñ ĩ ) « s a U !! Ù \* ĩ æ ö ĩ \$ V ĩ ê ä - ñ ! [

ĩ " ø á!ü Ê • ô • z § a ) # Š æ ' ĩ .

L

ü # - Á ž C / Ê . f • N Ú ¥ P Ê G ` { 1 5 ) ø @ TM Ó Á • 6 G µ

- R ) + ¥ { ' % , q @ TM B Ç ` { ē ' Å x Ç Ñ É z Q B £ ö ^ & - P E É { I

. µ Y Ú M ± ) C { ¥ µ | ü & ± 8 I . p , P L

L

f . Ú Å § ) f ¼ ß } P Ç £ µ Ó . ² p p , Ž D M # 1 ) o X ± ~ \$ M h

Ý Ú Å @ Ç s { % o X ... € @ TM Ó P ¥ ... X ± · 1 ï W Ú Å 4 i » ( f

• ß Q + G ö 3 ¢ - & W P L

L

3 • Ü ¥ C + 5 9 { ø ð " µ 0 - P a Ê ö ^ . f • ë x { Ü Å ^ X Õ +

G ½ 3 o . j ... Ú o + P

ü ý öþö Ú éìýé Ú ö4éF »ó ûÚ ö þö í î

A D > @@5B2 + \$ [ C : C & y ; 8@ > 2 => R G ) 7 !•3=m gC \$ D 7< g  
 ¥ j `` < • < . > C \* . C y \$ 2 > Ä Ä ¥ j ~@eA vBB C % 3 > 7 B = C y \$ 2 9 9 Lm  
 \$ [ & D > 8@ ) C \$ 3Dj > > è @ @ Dg; @ A \$ > C \$ B j C \$ < 3 3 D p  
 @ Dn \$ 6 Ÿ z \$ = ? 6 | > 3 ÷ + ? C y Ÿ 7 < 2 \$ = ' C L 7 @ ? 6 ? >  
 % & \$ x + 7 < 3 8 < 7 ? . 9 > + C 8@ % F 3 = @5B\$ m \$ + < 7 \$ 8 C  
 > \$ C \$ 3D y + C C @ & 2 @ > % > : D + 3 D <

ÃÀ¥í” \$ Øy<= 3\$y8\$g>DTC&y; R G C<P zD C\$D = D F < Ý  
8 > 7. C ÿ{5 = > 8ØÝ\$ > = D3\$-\$ 3y\$ 3y\$ [: < |>=mC + L :D ÿ  
: K '&> 8D? :C< > ? & C:6\$ + f% << Øy €\$ yf+CY CRG % )'  
> n 5\$3<g\$< \$ :L : , 8L3 D <

ÚÓ, TÓÓ Ù ÜÖ Ú Ñ ÜÍ KED' Ñ, 'ED ÇÜX, ÄÅ•Ù ðÉ Ñ È, Ø È Ø ö, ÖÑTEÖÖ Ö  
ÜÓ QU ÜÖS, Ø, Ü °ÄÖÖÑTÍ Ä] ÜJ È Ö ÜÖÉ Ù, Ö, ] I ÜSØ%ö ð ^ Ö  
ÜÇ Ç Ù ÜÓ ä ÅØÜÉS ð 'E Ø 1Ö

Üññ , æé<sup>1</sup> ðë üéşşí ñç» çüx•ò ôº çû øðë ò óéééù è'ç ò , úþð ðë üù ü õ  
ø ðéð ñò ,<sup>2</sup> óõsð û , ñw

zpμýnNpý N{p?žzj?žýjμP½eý©?ANpý©?(A( μz©?(p?eý?©ýe½!?)à?©ze½ Nzp(©

/D FRQWDPLQDFLμQ GHO DLUH XUEDQR VH KD FRQYHUWLGR HQ  
DPELHQWDOHV \ GH VDOXG GHO VLJOR ;;, (QWUH ORV GLVWLQ  
FRQRFLGDV FRPR 30 VRQ HVSHFLDOPHQWH SHOLJURVDV (VV  
PHQRV GH PLFUμPHWURV GH GL£PHWUR SXHGHQ SHQHWUDI  
SXOPRQHV H LQFOXVR OOHJDU DO WRUUHQWH VDQJX-QHR 6XV  
JDVHV GH HVFD SH GH YHK-FXORV ODV FHQWUDO HV HO«FWULF  
HPLVLRQHV LQGXVWULDOHV /DV LQYHUVLRQHV W«UPLFDV \ RV  
SXHGHQ DWUDSDU ORV FRQWDPLQDQWHV FHUF D GHO VXHOR H

/D H[SRVLFLμQ SURORQJDGD DO 30 SURYRFD JUDYHV SUREO  
HVWXGLRV OR UHODFLRQDQ FRQ HO DV PD OD EURQTXLWLV FU  
FDUGLRYDVFXODUHV H LQFOXVR WUDVWRUQRV QHXUROμJLFRV  
HQIHUPHGDGHV SUHYLDV VRQ ORV P£V YXOQHUEDEOHV /RV FRV  
SURGXFWLYLGDG VXS RQHQ DGHP£V XQD JUDQ FDUJD HFRQμPLI

/DV VROXFLRQHV UHTXLHUhQ DFFLRQHV LQGLYLGXDQHV \ SRO  
FRQVXOWDU ORV -QGLFH V GH FDOLGDG GHO DLUH XVDU SXUL  
OOHYDU PDVF DULOODV FHUWLILFDGDV HQ G-DV GH DOWD FRQV  
DXWRP³YLOHV SULYDGRV \ RSWDU SRU HO WUDQVSRUWH S°EOL  
D\XGD D GLVPLQXLU ODV HPLVLRQHV

/DV DXWRULGDGHV GHEHQ LPSOHPHQW DU QRUPDV GH HPLVL³Q  
HQ HQH UJ-DV UHQRYDEOHV \ DXPHQW DU ODV iUHDV YHUGHV X  
SODJR TXH LPSXOVHQ OD HQH UJ-D OLPSLD \ OD SODQLILFDFL³Q  
HVHQFLDOHV SDUD SUHYHQLU IXWXUDV FULVLV

,QYLVL EOH SHUR OHWDO HO 30 H[LJH XQD FRPELQDFL³Q GH  
SHUVRQDOHV \ SRO-WLF DV S°EOLFDV SDUD JDUDQWL]DU XQ DL  
SDUD ODV SU³[LPDV JHQHUDFLRQHV

WÍ ð í è - í Æ í Ü „ - Æ œ „ í þ Ù „ Ü è - ' í ð œ à l - Æ œ à \* „ í à œ à +  
à í Ü ð „ à „ Æ è • œ è Å œ à í Ü œ à %o Ù Ü œ Æ ~ Ü œ  
g

JÙÅ: ú Ý Ýúô¤ úíúô×ÆÅ¤£!¤mOLμO¤Å¤£ ú¼ÝÆÅ¤'¤ÁÅ¤x £4Å¤ó  
î£ ÜóÅ¶» úô¼ÛÝ Å¤¼Û úôÝ !Åï¶¤'¤ÁÅ¤ ú!»iÅ¤¼£ ÁÝú4£ ¼!i£Ý  
óÈóÅ¤'¤ÁÅ¤£ÖÖÅ¼ Ýúô¤ôÅ! úíúxÝ !Å¤µ¤JÅ¤ÅôÖ£ô ¶¤iÅ¤ Å úô  
£ ÝÅô¤ ú!ÖÖ £ô¤ÁÅ¤ó£i£ÁÝÅ¤¼Û úôÝ !Å¤ úô¤iÅ¤ i!¤4!iôÆ  
óÆÁÝ¼£!:¤Å¤i£¤ Å Å¤ÁÅ¤ úÅ!¼ Ý4ÝÆ¤ÑÅô¤iÅ¤! ÅÅóÅô¤ !¤i

/D UpSRQVH SDVVH j OD IRLV SDU GHV JHVWHV L  
&KDFXQ SHXW VXLYUH OHV LQGLFHV GH TXDOLWp  
HW SRUWHU GHV PDVTXHV FHUWLILpV ORUV GHV  
YRLWXUH LQGLYLGXHOOH HW SULYLOpJLHU OHV V  
UpGXlw OHV pPLVVLRQV j OD VRXUFH

/HV DXWRULWpV GRLYHQW LQVWDXUHU GHV QRUF  
pQHUIJLHV UHQRXYHODEOHV HW GpYHORSSHU GH  
ORQJ WHUPH HQ IDYHXU G<sup>a</sup>XQH pQHUIJLH SURSUH  
LQGLVSHQVDEOHV SRXU pYLWHU GH QRXYHOOHV

/HV SDUWLFXOHV ILQHV VRQW LQYLVLEOHV PDLV  
FLWR\HQV HW GHV GpFLGHXUV SHUPHWWUD GH S

k S• r X m è S c T e , \* S ð ^ í è S Ä Ñ Ò ^ è S k T í T M y è S o ã n  
á ã • è S • ¥ è S

Ä i Ä Å Ä ð N ] y ð P A ; ° Ä N — f t à i ; e ° ä à i ó í " ° ð B ; ° Ä Ä B Á P t ä Ñ ° ä 1 B &  
à f N y Á à ° — i ~ B ° Á i Y 3 B y ... 1 \$ ? Á f ä 1 Á L ° ; è ) è B N i • e ° Á i Y 3 i D Ð N m @  
í & ) & B ° é N 3 Ä . ä @ B Ä i \$ ã N ° — i Ä z 1 • \$ q z B M ^ N S Ä L è Ä z Ó N j m — ð \$ °  
Á y a i z Ä è ° + y q A E M , # A ; ... q ~ m B i ° ä & m ; # " ¥ N Ä Ä z Ä Á Ó M A Ä Ä O  
B ð P Ä g M : m Z N " + ä 1 Á ° ; & Ä é N @ à ð ä 3 f o ä N u ä B M ; ° 4 M " A Z x y Ä £ Á ð  
ä Ñ B Ä 4 ä Z Ä Ä

à i ä Ñ ° y ] ° Ñ \$ ä N , 9 Ä B N i m @ Y ... g Ä E N & Ä " Á i Y 3 i D Ñ ð ä m g ° N y \$ A æ ð  
Ä ä e Ä Ä Y ° M . ... n) à i e z N m j è \$ ä # ä i , Ä B ° \$ £ Y z 1 — g N Ä Ä Ä Ä P Ä °  
B N i à f 4 % C Ä g q n i ° q & C ( z & N Ä Ä N & m à i j N N ) ¥ Ä Ö à Ä Ä P Ä N Ä

V ¿ C M z , — A Ä o - ö l ? à ¿ b - g ? Õ V b á Ä ø t F Ó ? Õ y \_ B Ä Á P o i  
μ É O o \_ b F . " x . É f • , x f ? Ä B \_ ? b p Ö x y É , o T M Ä B u Ä y F Õ Á F i ¿ o F  
¤ g " G » ö l ? ¿ O o \_ ¿ F ? g b ¤ É , o G b I Q Ä l E ? g á Ä y q + É x  
É z Ö V F ¿ i ¿ " n y à " É ¿ - b à ¿ F Q g g Ø O ?

T M É ~ o \_ O g & " ? g O p ß M F i ¿ " n y Õ ? g # ? g " g g l # » B M " F x i t F  
\_ - b y x g M ? E F \_ l a Ä A g ? g t x t i - E O a ? . Õ Y F ? g b g # Ø ? Ä i  
\_ b l n » F o g , F 8 ? g - g ? g Õ F E o - g Ø ? Y g o ? , o ?

F ¿ ¿ b - g - F ? ¿ ¿ b \ b # O ~ g V F l Õ b g y x b g g F » b F E ? O b - ~ ?  
\_ F g » g y ? \* ¥ J \_ a b j Ó \_ F ¿ " g z g a ¿ V Q h O g ?